

ANALISIS FAKTOR - FAKTOR PENYEBAB REDAMAN JARINGAN FIBER OPTIK PADA PT. TELKOM AKSES MAKASSAR

Khafifah Zalsabila¹, Mardhiyah Nas², Ika Puspita³
Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
E-mail: *khafifahzalsabila3@gmail.com¹

ABSTRAK

Fiber To The Home (FTTH) merupakan teknologi akses broadband berbasis serat optik yang digunakan untuk menyediakan layanan internet berkecepatan tinggi dengan kapasitas transmisi yang besar dan stabilitas yang baik. Namun, dalam implementasinya kualitas layanan dapat mengalami penurunan akibat redaman yang terjadi pada jalur transmisi optik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab redaman pada jaringan fiber optik di PT. Telkom Akses Makassar serta mengevaluasi performa jaringan berdasarkan standar ITU-T G.984 pada sistem GPON. Metode penelitian dilakukan melalui pengukuran langsung menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) dan Optical Power Meter (OPM) pada panjang gelombang 1550 nm. Objek penelitian meliputi satu jalur distribusi aktif yang terdiri dari 1 OLT, 1 ODC, 5 ODP, dan 8 ONT pelanggan. Parameter yang dianalisis meliputi panjang kabel, jumlah dan kualitas sambungan (splice), kondisi konektor, serta perhitungan power link budget untuk mengetahui kesesuaian daya terima dengan batas toleransi standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang kabel memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan redaman total. Nilai redaman tertinggi tercatat sebesar 28,57 dB pada pelanggan dengan jarak terjauh. Selain itu, kualitas sambungan dan kondisi konektor turut berkontribusi terhadap peningkatan redaman aktual. Berdasarkan analisis power link budget, sebagian besar pelanggan masih berada dalam batas toleransi standar, meskipun terdapat satu jalur yang melampaui ambang batas maksimum.

Kata kunci

Redaman, FTTH, OTDR, OPM, Power Link Budget, Fiber Optik

ABSTRACT

Fiber to the home (FTTH) is a fiber-based broadband access technology that is used to provide high-speed Internet service with large transmission capacity and good stability. However, in implementing the quality of services may suffer a decline as a result of the editors generated by optical transmission lines. The study aims to analyze the causes of the redline on a fiber network in makassar access network and to evaluate network performance based on its-t g-984 systems. Research methods were done by direct measurement using the optical time domain reflectometer (otdr) and the optical power meter (opm) at a wavelength of 1550 nm. The object of research includes an active distribution path consisting of 1 olt, 1 odc, 5 odp, and 8 ont customers. Analysed parameters included length of cable, number and quality of connection, connective conditions, and calculation of the power link budget for understanding acceptance with a standard tolerance limit. Research indicates that wire length has significant impact on the increase of a total redact. The highest redact scores recorded at 28.57 db on customers at any distance. In addition, the quality of connection and connector conditions contributed to the improvement of the actual redder. Based on the analysis of the power link budget, most customers remain within the standard tolerance limit, even if one path exceeds the maximum limit.

Keywords

Attenuation, FTTH, OTDR, OPM, Power Link Budget, GPON

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi yang semakin maju menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan layanan internet berkecepatan tinggi dengan kapasitas *bandwidth* besar dan tingkat keandalan yang stabil. Transformasi digital di berbagai bidang, seperti pendidikan, bisnis, pemerintahan, dan industri, menuntut tersedianya infrastruktur jaringan yang mampu mendukung pertukaran data dalam jumlah besar secara *real-time*. Salah satu teknologi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Fiber To The Home* (FTTH), yaitu jaringan akses berbasis serat optik yang menghubungkan sentral penyedia layanan secara langsung ke pelanggan (Hariyadi, 2018; Mukti et al., 2020).

FTTH memiliki keunggulan dibandingkan kabel tembaga, seperti bandwidth lebih besar, tahan interferensi elektromagnetik, dan redaman yang lebih rendah (Hariyadi, 2018). Namun, penerapannya tetap menghadapi kendala teknis berupa redaman (*attenuation*) pada jalur optik (Priyanto, 2019). Redaman dipengaruhi oleh panjang kabel, *splice*, konektor, *bending*, dan splitter (Kristanti, 2020; Niswana & Achmad, 2023). Jika melebihi batas standar ITU-T G.984 pada sistem GPON, daya terima di sisi ONT dapat turun di bawah ambang minimum dan menyebabkan gangguan layanan (ITU-T, 2003).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan pada salah satu jalur distribusi FTTH di PT. Telkom Akses Makassar dengan fokus pada pengukuran dan analisis redaman menggunakan OTDR dan OPM pada panjang gelombang 1550 nm (Fauziah, 2024; Purnama & Lammada, 2021). Parameter yang dikaji meliputi panjang kabel, kualitas dan jumlah *splice*, kondisi konektor, serta perhitungan *power link budget* untuk menilai kesesuaian daya terima dengan standar ITU-T G.984 (Priyanto, 2019; Kristanti, 2020). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor teknis penyebab redaman, menganalisis hubungan panjang kabel terhadap total redaman, serta mengevaluasi performa jaringan agar dapat menjadi bahan evaluasi dan referensi peningkatan kualitas layanan FTTH.

a. *Fiber To The Home* (FTTH)

Fiber To The Home (FTTH) merupakan teknologi jaringan akses berbasis serat optik yang menghubungkan sentral penyedia layanan hingga ke rumah pelanggan untuk menyediakan layanan internet berkecepatan tinggi dan kapasitas besar. Teknologi ini mampu memberikan kualitas transmisi yang stabil serta tahan terhadap gangguan elektromagnetik dibandingkan media konvensional seperti kabel tembaga (Hariyadi, 2018). Selain itu, implementasi jaringan FTTH memungkinkan distribusi layanan broadband secara efisien melalui perangkat OLT dan jaringan distribusi optik pasif (Mukti et al., 2020).

b. *Gigabit Passive Optical Network* (GPON)

Gigabit Passive Optical Network (GPON) merupakan teknologi jaringan optik pasif yang digunakan dalam sistem FTTH untuk mendistribusikan layanan dari *Optical Line Terminal* (OLT) ke *Optical Network Terminal* (ONT) melalui splitter. Konfigurasi GPON memungkinkan pembagian sinyal optik ke beberapa pelanggan dalam satu jalur distribusi sehingga lebih efisien dalam penggunaan serat optik (Muliandhi et al., 2020). Standar performa sistem GPON mengacu pada ITU-T G.984 yang mengatur batas toleransi daya optik dan redaman.

c. Redaman (*Attenuation*)

Redaman (*attenuation*) adalah penurunan daya sinyal cahaya sepanjang serat optik yang dipengaruhi oleh panjang kabel, jumlah *splice*, konektor, dan perangkat pasif

lainnya (Priyanto, 2019). Analisis dengan metode *power link budget* menunjukkan bahwa semakin panjang jalur dan semakin banyak sambungan, semakin besar total rugi daya (Kristanti, 2020). Kualitas *fusion splice* juga berpengaruh signifikan, dengan batas toleransi maksimum 0,1 dB per sambungan (Niswana & Achmad, 2023).

d. *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR)

Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) merupakan alat ukur yang digunakan untuk menganalisis panjang kabel, lokasi sambungan, serta nilai redaman pada jaringan serat optik. OTDR bekerja dengan mendeteksi pantulan sinyal cahaya untuk mengidentifikasi titik rugi-rugi daya dan gangguan pada jaringan (Fauziah, 2024). Penggunaan OTDR sangat penting dalam proses instalasi dan pemeliharaan jaringan FTTH.

e. *Optical Power Meter* (OPM)

Optical Power Meter (OPM) digunakan untuk mengukur daya optik yang diterima pada sisi pelanggan. Pengukuran ini bertujuan untuk memastikan bahwa nilai daya terima masih berada dalam batas standar operasional jaringan (Purnama & Lammada, 2021). Hasil pengukuran OPM kemudian dibandingkan dengan perhitungan *power link budget* untuk mengevaluasi performa jaringan secara keseluruhan.

f. *Power link budget*

Power link budget adalah perhitungan total redaman dari pemancar ke penerima, meliputi redaman serat, sambungan, konektor, dan splitter (Priyanto, 2019; Kristanti, 2020). Analisis ini memastikan daya terima ONT tetap sesuai standar ITU-T G.984 agar kualitas layanan terjaga.

Redaman Aktual

$$L = P_{in} - P_{out}$$

Redaman Teoritis

$$L_{total} = (\alpha \times d) + (N_s \times R_s) + (N_k \times R_k) + L_s$$

Daya Terima

$$P_{rx} = P_{tx} - L_{total}$$

2. METODE PENELITIAN

a. Tempat dan Waktu Penelitian

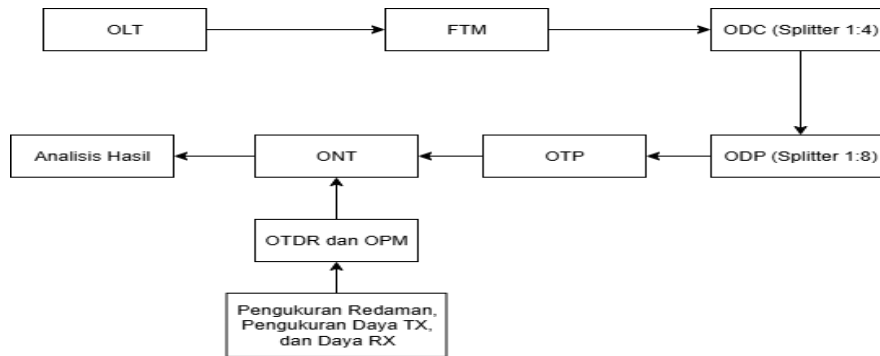
Penelitian dilakukan pada jaringan FTTH aktif di PT. Telkom Akses Makassar dengan objek satu jalur distribusi yang terdiri dari 1 OLT, 1 ODC, 5 ODP, dan 8 ONT pelanggan.

b. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR)
- b. *Patchcord* SC-SC
- c. *Visual Fault Locator* (VFL)
- d. *Optical Power Meter* (OPM)

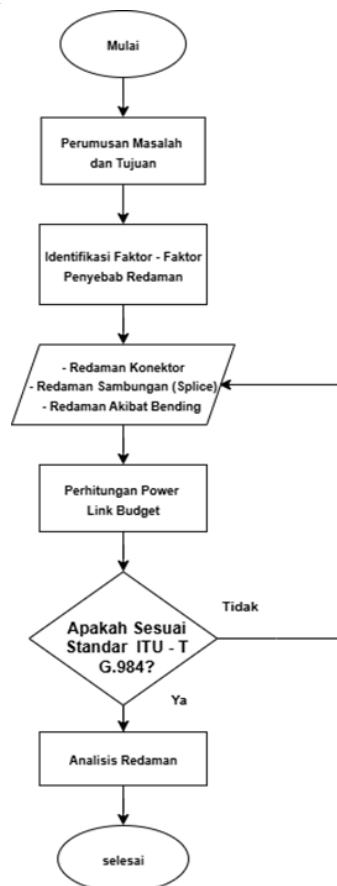
c. Tahap Penelitian



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Berdasarkan Tahap penelitian pada Gambar 3.1, penelitian diawali dengan observasi jalur distribusi FTTH mulai dari OLT hingga ONT. Selanjutnya dilakukan pengukuran redaman menggunakan OTDR serta pengukuran daya terima menggunakan OPM. Data hasil pengukuran kemudian digunakan untuk menghitung total redaman dan *power link budget* sebelum dilakukan analisis berdasarkan standar ITU-T G.984.

d. Teknik Analisis Data



Gambar 2 Teknik Analisis Data

Tahap awal analisis data dilakukan dengan menyiapkan seluruh kebutuhan penelitian, termasuk alat ukur dan bahan untuk mengukur tingkat redaman pada proses transmisi data menuju perangkat ONT, serta menetapkan rumusan masalah dan tujuan analisis sebagai dasar penelitian. Selanjutnya dilakukan identifikasi faktor-faktor

penyebab redaman jaringan, meliputi konektor, sambungan (*splice*), pembengkokan kabel (*bending*), dan pengaruh jarak transmisi terhadap kualitas sinyal, yang kemudian dianalisis untuk mengetahui kontribusinya terhadap performa jaringan. Setelah itu dilakukan perhitungan power link budget guna mengetahui keseimbangan antara daya kirim dan daya terima agar sistem bekerja optimal, lalu hasilnya dibandingkan dengan standar ITU-T G.984 untuk memastikan nilai redaman masih dalam batas toleransi.

Apabila hasil perhitungan memenuhi standar, jaringan dinyatakan sesuai dan analisis dapat dilanjutkan. Namun, jika nilai redaman melebihi batas yang diperbolehkan, dilakukan analisis lanjutan untuk mengidentifikasi penyebab utama dan menentukan langkah perbaikan melalui evaluasi konektor, sambungan, serta panjang kabel yang berpotensi meningkatkan redaman. Setelah perbaikan dilakukan, pengukuran ulang dilaksanakan untuk memastikan nilai redaman kembali sesuai standar, kemudian hasil analisis dirangkum dan dipastikan jaringan beroperasi sesuai ketentuan yang berlaku.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan melalui pengukuran langsung pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) dan *Optical Power Meter* (OPM). Pengukuran OTDR digunakan untuk mengetahui panjang kabel, titik sambungan (*splice*), serta nilai redaman total pada jalur distribusi. Sedangkan OPM digunakan untuk mengukur daya terima (*receive power*) pada sisi pelanggan.

3.1 Hasil Pengukuran OTDR

Menyajikan hasil pengukuran menggunakan OTDR pada masing-masing pelanggan untuk mengetahui nilai redaman optik berdasarkan panjang kabel, event loss, total loss yang tinggi menunjukkan adanya anomali seperti sambungan buruk atau pembengkokan kabel yang tidak sesuai standar instalasi serta event keterangan.

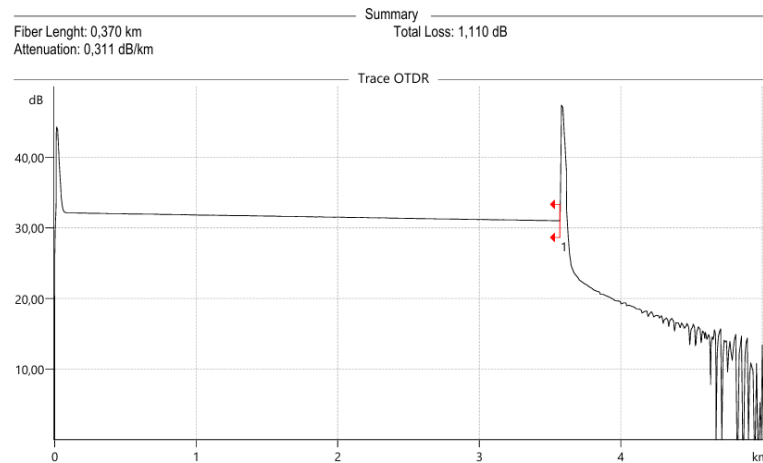
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran OTDR

Pelanggan	Panjang Kabel (km)	Event Loss	Total Loss (dB)	Keterangan Trace
P1	0,374	1	1,110	Redaman normal di akhir jalur.
P2	0,305	1	1,054	Redaman ringan, trace stabil.
P3	0,292	1	0,916	Trace bersih dan stabil.
P4	0,203	1	0,824	Jalur pendek, redaman rendah.
P5	0,195	1	0,097	Redaman sangat rendah.
P6	0,254	1	0,108	Redaman minimal awal jalur.
P7	0,215	1	0,102	Trace stabil tanpa lonjakan.
P8	0,263	1	0,604	Redaman di akhir jalur.

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengukuran redaman menggunakan OTDR pada delapan pelanggan, dengan parameter jarak kabel *dropcore*, jumlah *event loss*, total redaman (dB), dan kondisi *trace*. Seluruh pelanggan hanya memiliki satu *event*, yang menandakan sambungan rapi dan minim gangguan.

Sebagian besar pelanggan memiliki nilai redaman dibawah 1,12 dB, menunjukkan kualitas instalasi yang sangat baik tanpa *spike* besar pada *trace*. Pelanggan P5, P6, dan P7 bahkan mencatat redaman paling rendah (<0,11 dB), meskipun panjang kabelnya

bukan yang terpendek. Sementara itu, P1 memiliki redaman tertinggi sebesar 1,110 dB yang kemungkinan dipengaruhi kondisi konektor atau titik terminasi.



Gambar 3 Grafik Hasil OTDR Pelanggan 1

Event Table				
Type	Distance, km	Loss, dB	Reflection, dB	Attenuation, dB/km
1 End	0,370	10,346	-26,635	0,311

Gambar 4 Event Hasil OTDR Pelanggan 1

Trace OTDR pada Gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan grafik pantulan cahaya terhadap panjang kabel pada pelanggan 1 dengan redaman tertinggi 1,110 dB. Penurunan trace di akhir lintasan mengindikasikan kemungkinan gangguan seperti konektor kurang bersih atau sambungan tidak presisi. Kondisi serupa terjadi pada pelanggan 2 dengan redaman 1,054 dB yang diduga akibat bending atau terminasi kurang optimal. Sebaliknya, pelanggan 5 dan 7 menampilkan trace stabil dan bersih dengan redaman masing-masing 0,097 dB dan 0,102 dB, menandakan instalasi kabel yang sangat baik tanpa spike signifikan.

3.2 Hasil Pengukuran Nilai Redaman Menggunakan OPM

Hasil pengukuran daya optik menggunakan OPM pada sisi pelanggan. Dengan menghitung selisih antara daya Tx dan Rx sehingga memperoleh nilai total redaman (loss) yang dialami sinyal sepanjang jalur distribusi. Nilai ini menjadi acuan untuk menentukan kualitas layanan pada masing-masing titik pelanggan.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Menggunakan OPM Sisi Pelanggan

Nama Pelanggan	Tx Power (dBm)	Rx Power (dBm)	Loss (dB)
Pelanggan 1	3,51	-25,06	28,57
Pelanggan 2	3,51	-23,05	26,56
Pelanggan 3	3,51	-20,85	24,36
Pelanggan 4	3,51	-17,76	21,27
Pelanggan 5	3,51	-17,50	21,01
Pelanggan 6	3,51	-18,07	21,58
Pelanggan 7	3,51	-21,38	24,89
Pelanggan 8	3,51	-22,79	26,30

Tabel 4.2 menampilkan hasil pengukuran daya optik menggunakan OPM yang mencakup daya pancar (Tx), daya terima (Rx), dan selisihnya sebagai redaman total (Loss). Redaman tertinggi terjadi pada Pelanggan 1 sebesar 28,57 dB, melampaui batas

maksimum ITU-T G.984 sebesar 28 dB sehingga berpotensi mengganggu kualitas layanan. Nilai tinggi juga terdapat pada Pelanggan 2 (26,56 dB) dan Pelanggan 8 (26,30 dB) yang mendekati ambang batas dan berisiko menurunkan performa jaringan.

Sebaliknya, redaman terendah ada pada Pelanggan 5 sebesar 21,01 dB yang menunjukkan kualitas transmisi sangat baik. Secara umum, sebagian besar pelanggan masih dalam batas toleransi, namun beberapa jalur perlu pemeriksaan lanjutan untuk menjaga kestabilan koneksi.

Tabel 4. 3 Perbandingan Kualitas Jaringan disetiap ODP

Nama ODP	Hasil Ukur OPM (dBm)	Kualitas Jaringan
ODP - PNK - FBC - 2	-18,80	Sangat Baik
ODP - PNK - FBC - 3	-19,02	Sangat Baik
ODP - PNK - FBC - 5	-19,23	Baik
ODP - PNK - FBC - 6	-18,95	Sangat Baik
ODP - PNK - FBC - 8	-23,51	Kurang Baik

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengukuran OPM menunjukkan sebagian besar ODP memiliki redaman di bawah -20 dBm, seperti ODP - PNK - FBC - 2, 3, 5, dan 6, yang menandakan kualitas sinyal sangat baik dan stabil sehingga belum memerlukan perbaikan.

Namun, ODP - PNK - FBC - 8 memiliki redaman -23,51 dBm yang mendekati batas minimum -25 dBm, sehingga berpotensi menurunkan kualitas layanan jika terjadi gangguan. Karena itu, diperlukan pemeriksaan lanjutan agar kualitas jaringan tetap sesuai standar teknis.

3.3 Rekapitulasi Jarak Antar Segmen

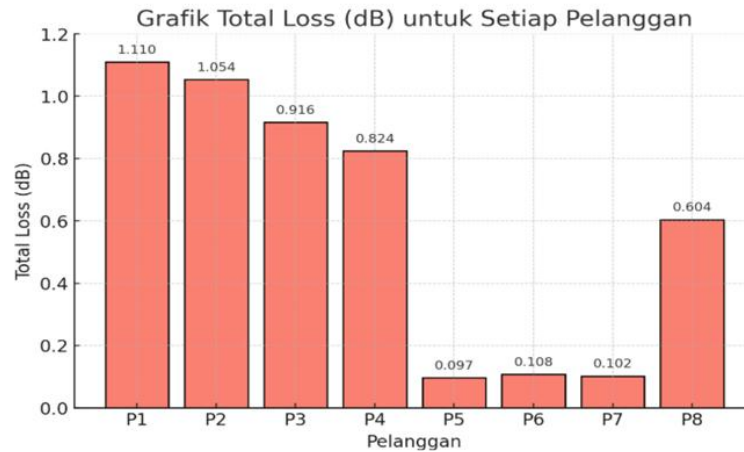
Hasil pengukuran jarak antar segmen pada jalur distribusi diperoleh dari panjang kabel di setiap titik sambungan sehingga diketahui total lintasan transmisi dari ODP ke pelanggan. Nilai ini menjadi acuan dalam perhitungan redaman dan evaluasi kualitas jaringan.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jarak Antar Segmen

Pelanggan	Jarak OLT–ODC (km)	Jarak ODC–ODP (km)	Jarak ODP–ONT (km)	Total Panjang (km)	Jumlah Event	Total Loss (dB)
P1	6,4734	0,250	0,370	7,093	1	1,110
P2	6,4734	0,250	0,305	7,028	1	1,054
P3	6,4734	0,430	0,292	7,195	1	0,916
P4	6,4734	0,430	0,203	7,106	1	0,824
P5	6,4734	0,700	0,195	7,368	1	0,097
P6	6,4734	0,912	0,254	7,639	1	0,108
P7	6,4734	1,014	0,215	7,702	1	0,102
P8	6,4734	1,014	0,263	7,750	1	0,604

Tabel 4.4 merangkum panjang kabel dan redaman tiap segmen dari OLT hingga ONT. Hasil menunjukkan redaman dipengaruhi oleh panjang kabel serta kualitas sambungan, konektor, dan instalasi. P1 dan P2 dengan panjang 7,093 km dan 7,028 km mencatat redaman tertinggi (1,110 dB dan 1,054 dB), menandakan gangguan kecil pada konektor atau sambungan dapat meningkatkan redaman.

Sebaliknya, P5, P6, dan P7 dengan panjang hampir sama justru memiliki redaman sangat rendah (0,097–0,108 dB), sedangkan P8 sepanjang 7,750 km mencatat 0,604 dB. Hal ini menegaskan bahwa selain panjang kabel, kualitas teknis pemasangan sangat menentukan performa jaringan optik.



Gambar 5 Grafik Total Loss untuk Setiap Pelanggan

Pada Gambar Grafik 4.4 menunjukkan total redaman (loss) setiap pelanggan berdasarkan hasil pengukuran OTDR di lapangan. Nilai redaman berkisar antara 0,097 dB hingga 1,110 dB, dengan P5 sebagai yang terendah dan P1 sebagai yang tertinggi. Perbedaan ini dipengaruhi oleh panjang kabel dan kualitas teknis instalasi. Pelanggan dengan kabel lebih panjang cenderung memiliki redaman lebih besar, meskipun faktor seperti kebersihan konektor, kualitas sambungan, dan kerapian pemasangan juga sangat berpengaruh. Hasil tersebut menunjukkan bahwa selain panjang kabel, penerapan prosedur instalasi yang baik mampu menekan redaman sehingga kualitas jaringan tetap optimal.

3.4 Analisis Faktor Penyebab Redaman

Redaman jaringan fiber optik dipengaruhi faktor teknis dan kondisi lapangan, sehingga perlu dianalisis melalui pengukuran OTDR dan OPM dengan mempertimbangkan sambungan, konektor, dan jarak kabel.

a. Redaman Akibat Penyambungan (*Splice*)

Redaman splice terjadi akibat penyambungan yang kurang presisi atau ujung serat kotor sehingga menimbulkan kehilangan sinyal. Berdasarkan OTDR (Tabel 4.1), seluruh pelanggan memiliki satu titik sambungan antara ODP dan ONT. Nilai tertinggi terdapat pada P1 (1,110 dB) dan P2 (1,054 dB), masih dalam standar ITU-T G.671 ($<1,5$ dB) namun menunjukkan kemungkinan ketidaksempurnaan sambungan sehingga perlu pemeriksaan ulang dengan fusion splicer.

b. Redaman Akibat Konektor

Redaman konektor disebabkan permukaan yang kotor, tidak rata, atau tidak terpasang baik. Hasil OTDR menunjukkan P1 (1,110 dB) dan P8 (0,604 dB) mengalami penurunan sinyal di konektor akhir. Nilai P1 melebihi batas ideal ($\leq 0,5$ dB), sedangkan P8 masih aman namun perlu perhatian, sehingga disarankan pembersihan atau pemasangan ulang konektor.

c. Redaman Akibat Jarak

Semakin panjang kabel, potensi redaman semakin besar. P1 dan P2 dengan panjang 7,093 km dan 7,028 km mencatat redaman tertinggi, meskipun P6 dan P8 yang lebih panjang justru memiliki redaman lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa jarak

berpengaruh dominan, namun kualitas sambungan dan konektor tetap menentukan stabilitas jaringan optik.

3.5 Analisis Power Link Budget

Dalam penelitian ini, redaman jaringan dihitung menggunakan tiga persamaan, yaitu (2.1), (2.2), dan (2.3). Persamaan (2.1) digunakan untuk menentukan redaman aktual dari selisih daya pancar dan daya terima hasil pengukuran lapangan. Persamaan (2.2) menghitung redaman teoritis berdasarkan panjang kabel, jumlah splice, dan konektor. Selanjutnya, persamaan (2.3) digunakan untuk memperoleh nilai daya terima dengan mengurangi total redaman dari daya pancar. Analisis power link budget dilakukan untuk membandingkan redaman aktual dan teoritis serta mengevaluasi daya terima pelanggan sesuai standar ITU-T G.984 dengan batas minimum -28 dBm. Berikut merupakan contoh perhitungan power link budget berdasarkan data pelanggan 1.

Total Loss:

$$L = P_{in} - P_{out}$$

Diketahui :

$$P_{in} = 3,51 \text{ dBm}$$

$$P_{out} = -25,06 \text{ dBm}$$

Ditanyakan :

$$L = ?$$

Penyelesaian :

$$L = P_{in} - P_{out}$$

$$L = 3,51 - (-25,06)$$

$$L = 3,51 + 25,06$$

$$L = 28,57 \text{ dB}$$

Redaman Teoritis:

$$L_{total} = (\alpha \times d) + (N_s \times R_s) + (N_k \times R_k) + L_s$$

Diketahui:

$$\alpha = 0,35 \text{ dB/km}$$

$$d = 7,0934 \text{ km}$$

$$N_s = 8, R_s = 0,1 \text{ dB}$$

$$N_k = 7, R_k = 0,25 \text{ dB}$$

$$L_s = 7,2 + 10,3 = 17,5 \text{ dB}$$

Ditanyakan:

$$L_{total} = ?$$

Penyelesaian:

$$L_{total} = (0,35 \times 7,0934) + (8 \times 0,1) + (7 \times 0,25) + 17,5$$

$$L_{total} = 2,48269 + 0,8 + 1,75 + 17,5$$

$$L_{total} = 22,53269 \text{ dB} \approx 22,533 \text{ dB}$$

Daya Terima:

$$P_{rx} = P_{tx} - L_{total}$$

Diketahui :

$$P_{tx} = 3,51 \text{ dBm}$$

$$L_{total} = 17,883 \text{ dB}$$

Ditanyakan :

$$P_{rx} = ?$$

Penyelesaian :

$$P_{rx} = P_{tx} - L_{total}$$

$$P_{rx} = 3,51 - 17,883$$

$$P_{rx} = 14,37269 \text{ dBm}$$

3.6 Perbandingan Redaman Teoritis dan Aktual

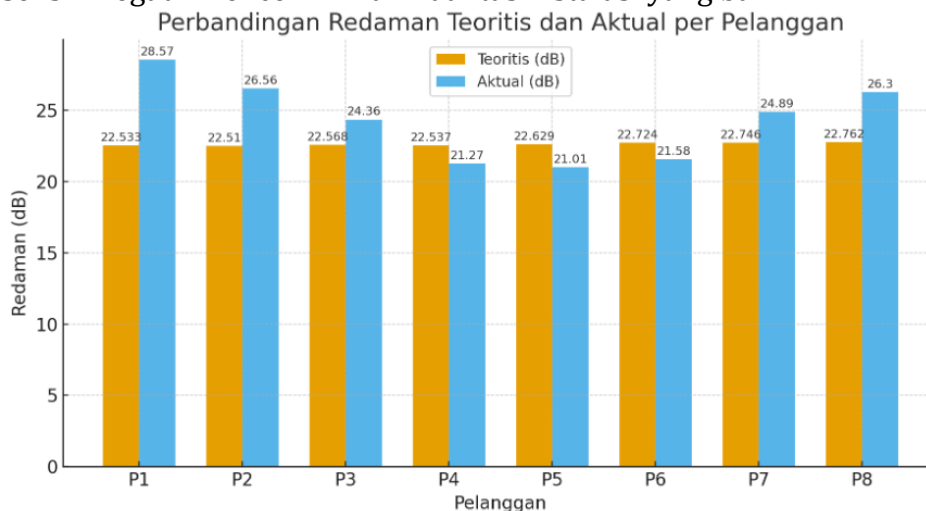
Perbandingan dilakukan antara redaman teoritis yang dihitung berdasarkan panjang kabel serta jumlah sambungan dan konektor, dengan redaman aktual di lapangan. Redaman teoritis diperoleh dari hasil perkalian panjang serat optik dengan redaman standar per kilometer, kemudian ditambah redaman sambungan dan konektor sesuai jumlah dan karakteristiknya. Sementara itu, redaman aktual menggambarkan kondisi nyata di lapangan yang dipengaruhi faktor seperti sambungan kurang presisi, konektor kotor, atau gangguan fisik pada kabel.

Tabel 4. 5 Perbandingan Redaman Teoritis dan Aktual

Pelanggan	Panjang (km)	Redaman Teoritis (dB)	Redaman Aktual (dB)	Selisih (dB)
P1	7,0934	22,533	28,57	6,037
P2	7.0280	22,510	26,56	4,050
P3	7,1950	22,568	24,36	1,792
P4	7,1060	22,537	21,27	-1,267
P5	7,3680	22,629	21,01	-1,619
P6	7,6390	22,724	21,58	-1,144
P7	7,7020	22,746	24,89	2,144
P8	7,7500	22,763	26,30	3,537

Tabel 4.5 menyajikan perbandingan redaman teoritis dan aktual pada delapan pelanggan. Redaman teoritis berada pada kisaran 22,510–22,763 dB sesuai panjang kabel dan komponen pasif, sedangkan hasil OPM menunjukkan 21,01–28,57 dB. Selisih terbesar terdapat pada P1 (6,037 dB) dan P2 (4,050 dB). P3, P7, dan P8 memiliki selisih 1,792–3,537 dB yang menandakan tambahan redaman, sementara P4, P5, dan P6 mencatat selisih negatif (-1,267 dB; -1,619 dB; -1,144 dB) sehingga redaman aktual lebih rendah dan masih dalam batas toleransi.

Secara umum, perbedaan ini dipengaruhi kondisi instalasi yang kurang ideal, terutama sambungan yang tidak presisi dan panjang kabel yang menambah kehilangan daya optik. Sebagian besar pelanggan menunjukkan redaman aktual lebih tinggi, sedangkan selisih negatif mencerminkan kualitas instalasi yang baik.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Redaman Teoritis dan Aktual

Gambar 4.4 menampilkan grafik perbandingan redaman teoritis dan hasil pengukuran aktual menggunakan OPM pada delapan pelanggan. Redaman teoritis

berada pada kisaran 22,510–22,763 dB, sedangkan redaman aktual berkisar 21,01–28,57 dB. Selisih terbesar terjadi pada P1 sebesar 6,037 dB yang mengindikasikan tambahan redaman signifikan pada jalur distribusi. Sebaliknya, selisih terkecil terdapat pada P6 sebesar -1,144 dB, di mana redaman aktual lebih rendah dari teoritis. Kondisi serupa juga terjadi pada P4 dan P5 dengan selisih -1,267 dB dan -1,619 dB, yang masih dalam batas toleransi dan menunjukkan kualitas sambungan serta konektor dalam keadaan baik.

3.7 Evaluasi Terhadap Standar Kinerja

Evaluasi redaman mengacu pada standar ITU-T G.984 yang menetapkan batas maksimum redaman total jaringan GPON sebesar 28 dB. Jika nilai redaman melampaui batas tersebut, jaringan dinyatakan tidak memenuhi standar karena berpotensi menimbulkan gangguan layanan, seperti koneksi internet melambat atau terputus.

Tabel 4. 6 Evaluasi Terhadap Standar Kinerja

<u>Pelanggan</u>	<u>Redaman Aktual (dB)</u>	<u>Batas Standar (28 dB)</u>	<u>Kategori Penilaian (dB)</u>	<u>Evaluasi Kinerja</u>
P1	28.57	✗	> 28	Kurang Baik
P2	26.56	✓	25–28	Cukup Baik
P3	24.36	✓	< 25	Baik
P4	21.27	✓	< 25	Baik
P5	21.01	✓	< 25	Baik
P6	21.58	✓	< 25	Baik
P7	24.89	✓	< 25	Baik
P8	26.30	✓	25–28	Cukup Baik

Tabel 4.6 menampilkan evaluasi kinerja jaringan optik pada delapan pelanggan berdasarkan pengukuran redaman OPM dengan membandingkan nilai aktual terhadap batas maksimum ITU-T G.984 sebesar 28 dB. Penilaian dibagi menjadi tiga kategori, yaitu Baik (<25 dB), Cukup Baik (25–28 dB), dan Kurang Baik (>28 dB). Hasilnya, P3, P4, P5, P6, dan P7 termasuk kategori Baik karena redaman masih jauh di bawah batas. P2 dan P8 berada pada kategori Cukup Baik karena mendekati batas maksimum sehingga perlu pemantauan berkala. Sementara itu, P1 tergolong Kurang Baik dengan redaman 28,57 dB yang melebihi standar, berisiko menimbulkan gangguan layanan akibat sambungan kurang optimal, konektor kotor, dan jarak transmisi yang lebih panjang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang dilakukan terhadap jaringan fiber optik PT. Telkom Akses Makassar dapat disimpulkan bahwa:

- Faktor utama penyebab redaman dalam jaringan ini adalah panjang kabel yang memengaruhi besarnya redaman, kualitas sambungan (splice) yang kurang presisi, dan konektor yang kotor atau terkontaminasi debu. Hal ini diperkuat dengan temuan pelanggan P1 yang memiliki jarak kabel terpanjang yaitu 0.750 km dengan nilai redaman tertinggi 28.57 dB, menunjukkan bahwa semakin panjang kabel, semakin besar redaman yang terjadi, terlebih jika sambungan atau konektor tidak dalam kondisi baik.
- Pengaruh panjang kabel, sambungan, dan konektor terhadap redaman sangat signifikan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pelanggan dengan kabel lebih panjang seperti P1 cenderung memiliki redaman lebih tinggi dibandingkan

pelanggan dengan kabel lebih pendek. Namun, redaman tinggi juga dapat terjadi pada jalur yang lebih pendek apabila terdapat masalah pada sambungan atau konektor, seperti pada pelanggan P8.

- c. Performa jaringan secara umum masih berada dalam batas toleransi standar ITU-T G.984 berdasarkan hasil pengukuran OPM dan perhitungan *power link budget*. Dari delapan pelanggan yang diuji, tujuh memiliki nilai redaman di bawah 28 dB sesuai standar, sedangkan satu pelanggan (P1) sedikit melebihi ambang batas. Kondisi ini menunjukkan pentingnya evaluasi berkala dan tindakan teknis untuk menjaga kualitas layanan tetap stabil dan andal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Fauziah, N. 2024. Analisis Gangguan Kabel Fiber Optik Menggunakan OTDR pada OTB Serang-Cilegon. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1).
- Hariyadi. 2018. Sistem Komunikasi Fiber Optik dan Pemanfaatannya pada PT. Semen Padang. *Rang Teknik Journal*, 1(1).
- International Telecommunication Union (ITU-T), 2003. *Recommendation ITU-T G.984: Gigabit-capable passive optical networks (GPON)*. Geneva: ITU-T.
- Kristanti, A. 2020. *Analisa Redaman Fiber Optic dengan Menggunakan Metode Power Link Budget pada PT. Telkom*. Skripsi. Universitas Semarang.
- Mukti, E. S. W. T. 2017. Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Link STO Arengka ke Perumahan Villa Melati Permai II. *Jurnal Teknologi Elektro*, 11(1): 92–105.
- Muliandhi, P., Faradiba, E. H., dan Nugroho, B. A. 2020. Analisa Konfigurasi Jaringan FTTH dengan Perangkat OLT Mini untuk Layanan Indihome di PT. Telkom Akses Witel Semarang. *Elektrika*, 12(1): 7–14.
- Niswana, D. dan Achmad, A. 2023. Analisis Kualitas Jaringan Akses Indihome terhadap Kepuasan Pelanggan (Studi Kasus: STO Antang). *Jurnal Informatika*, 2: 45–52.
- Priyanto, A. 2019. *Analisis Redaman pada Jaringan Fiber Optik dengan Metode Link Power Budget pada PT. Biznet*.
- Purnama, J. A. D. dan Lammada, I. 2021. Analisa Performansi Redaman Serat Optik pada OTB (Optical Termination Box) Menggunakan Optical Power Meter di PT Aquila Wijaya Teknik. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4): 5716–5721.