

ANALISIS REDAMAN KABEL PADA PERANGKAT ODC DAN ODP DALAM MODUL TRAINER *JARINGAN FIBER TO THE HOME*

Annisa Armenda¹, Uzma Septima², Amelia Yolanda³, Aprinal Adila Asril⁴, Fachri Adrian⁵

¹ Politeknik Negeri Padang; Padang; annisaarmendaa22@gmail.com

^{2,3,4} Politeknik Negeri Padang; Padang; uzmaseptima@gmail.com, amelia@pnp.ac.id,
aprinal69@gmail.com, fachriadrian67@gmail.com

Keywords:

Fiber to the Home (FTTH),
Cable Attenuation, Optical
Splices, OptiSystem

Correspondent Email:

annisaarmendaa22@gmail.com



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. *Fiber to the Home (FTTH)* adalah teknologi komunikasi berbasis serat optik dengan kapasitas *bandwidth* besar dan *interferensi* rendah, sehingga menjadi pilihan utama dalam pembangunan jaringan telekomunikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis redaman kabel terhadap beberapa kondisi kabel dalam modul trainer FTTH. Metode penelitian dilakukan melalui perancangan jaringan FTTH menggunakan *Optisystem* dan pengukuran redaman kabel pada kondisi normal, *core* patah, satu sambungan, dan dua sambungan. Simulasi *Optisystem* menghasilkan daya terima -8,992 dBm (1310 nm) dan -8,920 dBm (1550 nm) yang menunjukkan kesesuaian dengan pengukuran langsung pada modul trainer. Pengukuran menunjukkan redaman kabel normal sekitar 14 dB, kabel dengan *core* patah lebih dari 50 dB, satu sambungan menambah 0,2 dB, dan dua sambungan menambah 0,3–0,5 dB. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sambungan pada kabel optik berpengaruh terhadap peningkatan redaman.

Abstract. *Fiber to the Home (FTTH)* is an optical fiber-based communication technology with high bandwidth capacity and low interference, making it the main choice for telecommunication network development. This study aims to analyze cable attenuation under various cable conditions in the FTTH trainer module. The research method involves designing an FTTH network using *Optisystem* and measuring cable attenuation under normal conditions, broken core, one splice, and two splices. The *Optisystem* simulation produced received power levels of -8.992 dBm (1310 nm) and -8.920 dBm (1550 nm), which correspond well with direct measurements on the trainer module. Measurements showed that normal cable attenuation was around 14 dB, cables with broken cores exceeded 50 dB, one splice added 0.2 dB, and two splices added 0.3–0.5 dB. The results indicate that splices in optical cables contribute to an increase in attenuation.

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern saat ini perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin pesat mendorong kebutuhan akan akses internet berkecepatan tinggi. Akses internet berkecepatan tinggi menjadi kebutuhan dasar dalam menjalankan berbagai aktivitas, mulai dari pendidikan, bisnis, hingga hiburan.

Menurut Efriyanda [1] ‘Pemakaian kawat tembaga sebagai media transmisi dalam sistem komunikasi tidak lagi memungkinkan untuk digunakan dalam transmisi data jarak jauh dengan kapasitas besar dan kecepatan yang tinggi. Dengan kendala inilah pemakaian kawat tembaga sebagai media transmisi digantikan oleh serat optik dengan kemampuan yang lebih

tinggi'. Media transmisi yang cocok untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah fiber optik.

Salah satu teknologi komunikasi dengan memanfaatkan fiber optik adalah Fiber to the Home (FTTH). Dengan kecepatan yang jauh lebih tinggi dan stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi sebelumnya, FTTH telah menjadi pilihan utama dalam pembangunan infrastruktur jaringan telekomunikasi saat ini. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang prinsip kerja, instalasi dan pengukuran jaringan FTTH menjadi sangat penting bagi mahasiswa atau praktisi yang bergerak di bidang telekomunikasi.

[2] melakukan penelitian terkait pembuatan modul trainer sistem pengukuran redaman kabel optik dan analisa pengaruh adapter kotor dan konektor kotor pada transmisi serat optik menggunakan perangkat ODP, closure dan passive splitter 1:16, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan passive splitter 1:16 menambah redaman pada saluran transmisi dan melebihi perhitungan link budget baik saat penggunaan konektor kotor maupun adapter kotor. Namun modul trainer yang dibuat dalam penelitian ini hanya menggunakan arsitektur sederhana belum mencakup keseluruhan arsitektur jaringan FTTH.

Di Laboratorium SKSO Politeknik Negeri Padang saat ini belum tersedia perangkat atau fasilitas pengukuran jaringan FTTH yang mencakup keseluruhan arsitektur mulai dari sisi penyedia layanan (Optical Line Terminal/OLT) hingga sisi pengguna (Optical Network Unit/ONU) yang memadai untuk mendukung kegiatan praktikum di dalam ruangan. Hal ini menjadi kendala dalam proses pembelajaran, khususnya untuk praktikum yang membutuhkan simulasi atau implementasi langsung pengukuran keseluruhan arsitektur perangkat FTTH dalam lingkungan terkontrol seperti ruangan atau laboratorium.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis redaman kabel pada perangkat ODC dan ODP dalam modul trainer FTTH. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh kondisi kabel terhadap peningkatan redaman, sekaligus menjadi bahan ajar yang mendukung kegiatan praktikum di laboratorium SKSO.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fiber Optik

Serat optik atau optical fiber adalah jenis kabel yang terbuat dari kaca tipis atau serat plastik yang dapat mengirimkan sinyal cahaya dari satu tempat ke tempat lain. Diameter kabel serat optik biasanya sekitar 120 mikrometer. Sedangkan sumber cahayanya bisa berupa laser atau LED. Keuntungan menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi antara lain bandwidth yang besar, tidak rentan terhadap interferensi dibandingkan kabel tembaga, lebih tipis dan ringan, serta dapat mengirimkan data dalam bentuk digital[3]. Fiber optik terdiri dari beberapa bagian dan memiliki fungsi masing-masing yang berbeda. Berikut beberapa bagian kabel fiber optik di antaranya adalah :

1) Bagian Inti (*Core*)

Bagian inti fiber optik terbuat dari bahan kaca dan memiliki diameter yang kecil, diameternya tersebut sekitar 2 μm – 50 μm . Untuk diameter serat optik yang lebih besar biasanya akan mampu membuat performa yang baik dan stabil

2) Bagian *Cladding*

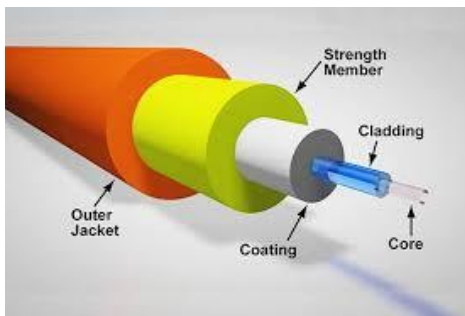
Bagian *cladding* adalah bagian pelindung yang menyelimuti serat optik tersebut, dan ukuran *cladding* tersebut berdiameter 5 μm – 250 μm . *Cladding* terbuat dari bahan silikon, dan memiliki komposisi bahan yang berbeda dengan bagian *core*. Selain melindungi *core*, *cladding* sendiri memiliki fungsi sebagai pemandu gelombang cahaya yang mampu merefleksikan dari semua cahaya tembus kembali kepada *core*.

3) Bagian *Coating / Buffer*

Bagian *coating* merupakan mantel dari serat optik yang berbeda dengan *cladding* dan *core*. Lapisan *coating* yang terbuat dari bahan plastik yang memiliki sifat yang elastis. *Coating* berfungsi sebagai lapisan pelindung dari semua gangguan fisik yang mungkin terjadi, misalnya lengkungan pada kabel, kelembaban udara dalam kabel.

4) Bagian *Strength Member* dan *Outer Jacket*

Strength member dan *Outer Jacket* adalah lapisan bagian yang sangat penting, karena bagian ini menjadi pelindung utama dari semua kabel fiber optik. *Strength member* dan *outer jacket* adalah bagian luar kabel fiber optik yang mampu melindungi inti kabel dari berbagai gangguan, baik maupun yang lainnya[4].



Gambar 2. 1 Struktur Fiber Optik

2. 2 Jenis Kabel Fiber Optik

1) *Multimode Step Index*

Pada jenis *multimode step index* ini, diameter *core* lebih besar dari diameter *cladding*. Dampak dari besarnya diameter *core* menyebabkan rugi-rugi dispersi waktu transmisinya besar. Penambahan prosentase bahan silica pada waktu pembuatan. Tidak terlalu berpengaruh dalam menekan rugi-rugi dispersi waktu transmit.

2) *Multimode Graded Index*

Pada jenis serat optik *multimode graded index* ini *core* terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat *core* dan berangsur-angsur turun sampai ke batas *core-cladding*. Akibatnya dispersi waktu berbagai mode cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan. *Multimode Graded Index* mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada *core* sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
- Dispersi mini mum sehingga baik jika digunakan untuk jarak menengah.
- Ukuran diameter *core* antara 30 μm – 60 μm lebih kecil dari *multimode step Index* dan dibuat dari bahan *silica glass*.
- Harganya lebih mahal dari serat optik *Multimode Step Index*.

3) *Single Mode Step Index*

Pada jenis *single mode step index* baik *core* maupun *cladding* dibuat dari bahan *silica glass*. Ukuran *core* yang jauh lebih kecil dari *cladding* dibuat demikian agar rugi-rugi transmisi berkurang akibat *fading*. *Singlemode Step Index* mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Serat optik *Singlemode Step Index* memiliki diameter *core* yang sangat kecil dibandingkan ukuran *claddingnya*.
- Ukuran diameter *core* antara 2 μm – 10 μm .
- Cahaya hanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan sumbu serat optik.
- Memiliki redaman yang sangat kecil dan memiliki *bandwidth* yang lebar.
- Digunakan untuk transmisi data dengan bit rate tinggi.
- Dapat digunakan untuk transmisi jarak dekat, menengah dan jauh.

2. 3 Fiber To The Home (FTTH)

FTTH merupakan arsitektur teknologi fiber optik yang mengirimkan informasi dari *provider* hingga ke pengguna yang peletakkan perangkat ONU berada di rumah rumah pelanggan. Arsitektur ini menggunakan panjang gelombang 1490nm untuk *downstream* dan sinyal optik dengan panjang gelombang 1310 nm untuk *upstream* digunakan untuk mengirim data dan suara. Pembangunan jaringan FTTH sendiri menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*). Adapun komponen atau elemen perangkat yang dipakai dalam FTTH adalah :

1) *Optical Line Terminal (OLT)*.

OLT merupakan sebuah perangkat penyedia *interface* atau antarmuka antara sistem PON dengan penyedia layanan (*service provider*) data, telepon dan video. OLT berfungsi untuk mengubah sinyal informasi yang semula berbentuk sinyal elektrik atau sinyal listrik menjadi sinyal cahaya yang nantinya dapat ditransmisikan menggunakan kabel fiber optik. OLT juga berfungsi untuk mengumpulkan dan menswitch fungsi antara jaringan kabel dengan interface PON serta untuk fungsi manajemen



Gambar 2. 2 Optical Line Terminal (OLT)

2) Optical Distribution Cabinet (ODC)

ODC adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO, Suatu ruang yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses instalasi sambungan jaringan optik *single mode*. Ruangan tersebut berbentuk kotak/kubah (*dome*) yang terbuat dari bahan material khusus. Di dalam ODC terdapat beberapa perangkat seperti *connector*, *splicing*, maupun *splitter*



Gambar 2.3 Optical Distribution Cabinet (ODC)

3) Optical Distribution Point (ODP)

ODP adalah suatu perangkat pasif yang memiliki fungsi sebagai terminasi kabel sebelum masuk ke dalam rumah pelanggan. ODP mempunyai fungsi sebagai berikut:

- Sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik tambat awal pangkal kabel *drop*.
- Sebagai titik distribusi kabel distribusi menjadi beberapa saluran kabel *drop*.
- Tempat *Splitter* (*planar splitter*).
- Tempat penyambungan kabel distribusi dan tempat terminasi kabel *drop*.



Gambar 2.4 Optical Distribution Point (ODP)

4) Optical Network Terminal (ONT)

ONT adalah suatu perangkat aktif (opto elektrik) yang dipasang disisi pelanggan, dan berfungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik serta digunakan sebagai alat *demultiplex*. Keluaran dari ONU/ONT

merupakan layanan telepon, data dan internet, serta CATV/IPTV[5].



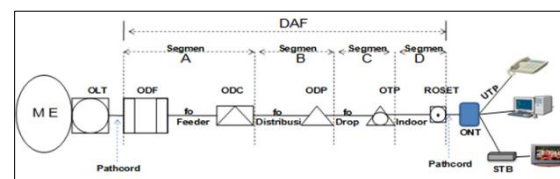
Gambar 2.5 Optical Network Terminal (ONT)

2.4 Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON merupakan evolusi dari teknologi PON adapun ITU-T G-984 merupakan standar yang dikeluarkan oleh ITU-T untuk teknologi GPON. Teknologi ini mendukung kecepatan yang besar, peningkatan dalam pengamanan dan pilihan 2 layer protokol (*ATM*, *GEM*, *Ethernet*)[5].

Pada GPON, informasi dari sentral didistribusikan ke pelanggan menggunakan pembagi daya yang dikirim (*splitter*) pada beberapa percabangan, sehingga mampu untuk menjangkau banyak pelanggan. Kecepatan data *downstream* bekerja pada 2,488 Gbps dan untuk *upstream* pada 1,244 Gbps. Keamanan *downstream* menggunakan *enkripsi* 128 bit. Maksimum jumlah percabangan pada GPON adalah 1:64, sedangkan maksimal jarak dari OLT sampai ONT adalah 20 km.

Untuk mengirimkan data secara *upstream* dan *downstream* melalui *fiber optic single mode*, GPON menggunakan teknologi *Wavelength Division Multiplexing* (WDM). Pemisahan sinyal *upstream* dan *downstream* melalui *fiber optic* yang sama dari pengguna yang berbeda menggunakan teknologi *broadcast technology* untuk transmisi data *downstream* dan *Time Division Multiple Access* (TDMA) untuk transmisi data *upstream*[6].



Gambar 2.6 Arsitektur FTTH dengan teknologi GPON

Tabel 2. 1 Standarisasi GPON[7]

Karakteristik	GPON
Standarisasi	ITU-T G.984
Frame	ATM/GEM
Speed Upstream	1.2 G/1.2 Gbps
Speed Downstream	1.2 G/2.4 Gbps
Layanan	Data, voice, video
Jarak Transmisi	10 Km/20 Km
Maksimum Jumlah Cabang	64
Wavelength Upstream	1310
Wavelength Downstream	1550
Splitter	Passive

2. 5 Standarisasi Perangkat FTTH

1) Optical Line Terminator (OLT)

Spesifikasi Optical Line Terminator (OLT) ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Optical Line Terminal (OLT)[8]

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

2) Optical Network Terminator (ONT)

Spesifikasi Optical Network Terminator (ONT) ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Optical Network Terminator (ONT)[8]

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Downstream Rate	2.4	Gbps
Upstream Rate	1.2	Gbps
Downlink Wavelength	1490	nm
Uplink Wavelength	1310	nm

Video Wavelength	1550	nm
Spectrum Width	1	nm
Optical Rise Time	200	ps

3) Serat Optik

Serat optik yang digunakan adalah yang sesuai dengan standar ITU-T G.652.D dan G.657.A. Serat optik ITU-T G.652.D digunakan untuk kabel *feeder* dan kabel *distribusi*. Spesifikasi kabel ditunjukkan pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Fiber Optik G.657[9]

Parameter	Spesifikasi
Attenuation (1310 nm)	≤ 0.35 dB/Km
Attenuation (1383 nm)	≤ 0.31 dB/Km
Attenuation (1550 nm)	≤ 0.21 dB/Km
Attenuation (1625 nm)	≤ 0.23 dB/Km

Tabel 2. 5 Spesifikasi Fiber Optik G.652[9]

Parameter	Spesifikasi
Attenuation (1310 nm)	≤ 0.35 dB/Km
Attenuation (1550 nm)	≤ 0.21 dB/Km
Attenuation (1490 nm)	≤ 0.28 dB/Km
Chromatic Dispersion (1285nm-1330nm)	≤ 3.5 ps/(nm.km)
Chromatic Dispersion (1550nm)	≤ 18 ps/(nm.km)

4) Konektor

Konektor merupakan salah satu material yang membangun jalur untuk GPON. Konektor adalah suatu material yang dipakai untuk menyambungkan *core* optik dengan cara mekanikal. Tipe konektor ada beberapa jenis yaitu :

- *Fiber Connector (FC)*, konektor tipe FC dapat menyambungkan *core* optik dengan *transmitter* ataupun *receiver*. Konektor ini sangat cocok digunakan untuk jenis serat optik *single mode* karena mempunyai akurasi yang tinggi. Dalam pengaturannya konektor FC memiliki sistem drat ulir, sehingga tingkat akurasi tidak akan mudah berubah.

- *Subscriber Connector (SC)*, konektor jenis SC dipakai untuk serat optik jenis *single mode*, yang memiliki sistem cabut pasang. Konektor SC bisa diatur dengan manual, konektor SC memiliki tingkat akurasi yang baik jika dipasang dengan perangkat lain.
- *Straight Tip*, konektor jenis ini dapat digunakan untuk serat optik jenis *multimode* maupun serat optik *singlemode*. Bentuk dari konektor *Straight Tip* tidak jauh beda dari konektor BNC [10].

5) Sambungan

Sambungan yang dilakukan dari OLT sampai ONT menggunakan sambungan permanen (sambungan fusi). Rugi-rugi dari sambungan sebesar 0,05 dB. Sambungan terdapat di kabel *Feeder*, kabel *distribusi* dan kabel *drop*.

6) Passive Splitter

Passive Splitter adalah perangkat yang digunakan untuk membagi sinyal cahaya pada serat optik dengan rasio tertentu [11]. *Passive Splitter* yang digunakan dalam penelitian adalah PS 1:4. Tabel 2.6 menunjukkan redaman pada masing-masing jumlah port.

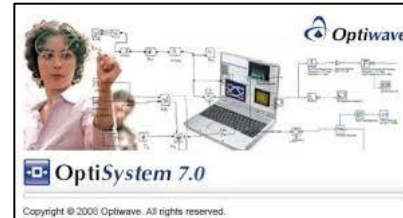
Tabel 2. 6 Loss Splitter [12]

Jumlah Port	Loss Splitter (dB)
1:2	2,8-4,0
1:4	7,25
1:8	10,38
1:16	13,10
1:32	17,45
1:64	18

2. 6 OptiSystem

OptiSystem adalah sebuah software yang digunakan untuk melakukan simulasi dalam mendesain jaringan Fiber Optik dari sentral sampai dengan pengguna. OptiSystem dilengkapi dengan Graphical User Interface (GUI) yang terdiri atas project layout, komponen netlis, model komponen, tampilan grafik, dan alat ukur (power meter). Dengan menggunakan software ini dapat ditentukan nilai redaman yang diterima perangkat, grafik BER, Q factor, dan eye diagram. Software OptiSystem lebih fleksibel penggunaannya sehingga semua orang dapat menggunakan software ini dan menghitung kerugian (*loss*)

pada perangkat optik tanpa mengeluarkan biaya yang tinggi, serta dapat mengetahui tingkat keakuratan perhitungan menggunakan software OptiSystem[13].



Gambar 2. 7 Aplikasi OptiSystem

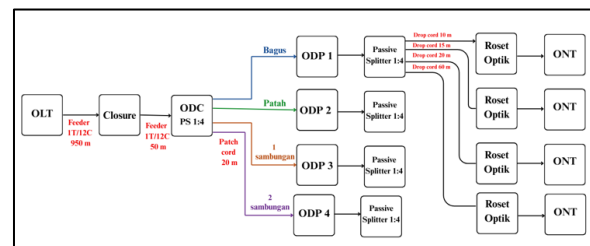
3. METODE PENELITIAN

3. 1 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3. 2 Alur Perancangan Modul Trainer



Gambar 3. 2 Alur Perancangan

Proses dimulai dari perangkat OLT (*Optical Line Terminal*) yang berfungsi sebagai sumber utama sinyal optik. Sinyal optik ditransmisikan melalui kabel *feeder* 1 tube 12 core sepanjang 950 meter, kemudian disambungkan ke kabel *feeder* kedua sepanjang 50 meter menggunakan sebuah *closure* sebagai titik sambungannya. Setelah melewati *closure*, kabel masuk ke ODC (*Optical Distribution*)

Cabinet) yang dilengkapi dengan *pasif splitter* 1:4. *Splitter* ini berfungsi membagi sinyal dari satu jalur menjadi empat jalur optik. Selanjutnya, masing-masing jalur disambungkan ke empat unit ODP (*Optical Distribution Point*) menggunakan kabel *patch cord* sepanjang 20 meter.

Pada tahap ini, dilakukan pengujian dengan kondisi kabel *patch cord* yang berbeda-beda untuk melihat pengaruh redaman terhadap kinerja jaringan. ODP pertama menggunakan kabel *patch cord* dalam kondisi normal (baik), ODP kedua menggunakan kabel dengan kondisi *core* patah, ODP ketiga menggunakan kabel dengan satu sambungan (*splicing*), dan ODP keempat menggunakan kabel dengan dua sambungan. Perbedaan kondisi ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruhnya terhadap tingkat redaman dan kualitas sinyal optik yang diterima di sisi pelanggan.

Dari setiap ODP, sinyal akan diteruskan menuju masing-masing *roset optik* menggunakan kabel *drop core*. Panjang kabel yang digunakan bervariasi, yaitu 10 meter untuk *roset* pertama, 15 meter untuk *roset* kedua, 20 meter untuk *roset* ketiga, dan 60 meter untuk *roset* keempat. Selanjutnya, dari masing-masing *roset optik* tersebut, sambungan diteruskan menuju perangkat ONT.

3.3 Pengukuran dan Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan pengukuran menggunakan *Optical Power Meter* (OPM) dan pengambilan data pada setiap kondisi kabel, pengukuran dan pengambilan data dilakukan pada perangkat ODC dan ODP. Pada ODC dilakukan pengukuran dan pengambilan data sebelum masuk *passive splitter* yang menjadi input untuk masing-masing ODP. Pada ODP dilakukan pengukuran dan pengambilan data setelah *passive splitter* pada masing-masing ODP. Pengambilan data ini bertujuan untuk melihat berapa pertambahan redaman setelah menggunakan dua buah *passive splitter* 1:4 dan berapa pertambahan redaman dengan keempat kondisi kabel. Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 menunjukkan cara pengukuran dan pengambilan data pada modul trainer.



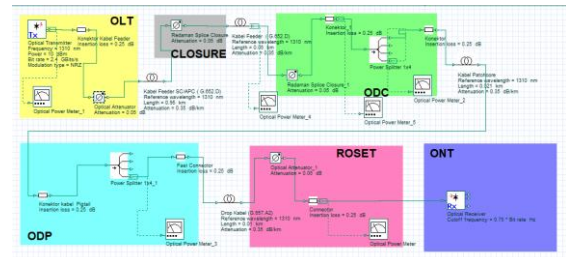
Gambar 3.3 Blok Diagram Pengukuran pada ODC



Gambar 3.4 Blok Diagram Pengukuran pada ODP

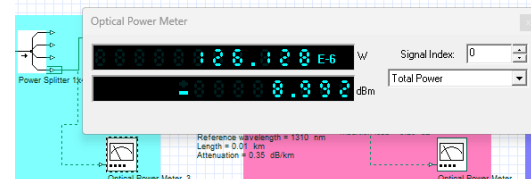
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan dan Pengukuran Daya Terima dengan Aplikasi OptiSystem



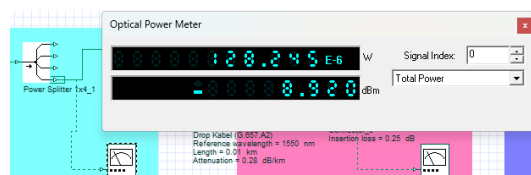
Gambar 4.1 Hasil Rancangan OptiSystem

Hasil pengukuran daya yang diterima *passive splitter* pada ODP saat Panjang gelombang 1310 nm ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Daya Terima Passive Splitter saat 1310 nm

Hasil pengukuran daya yang diterima *passive splitter* pada ODP saat Panjang gelombang 1550 nm ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Daya Terima Passive Splitter saat 1550 nm

Pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil rancangan jaringan FTTH yang dibuat menggunakan aplikasi OptiSystem, terdiri dari beberapa segmen utama mulai dari OLT, closure, ODC, ODP, *roset optik*, hingga ONT. Sinyal kemudian ditransmisikan melalui kabel *feeder* dan melewati beberapa titik sambungan seperti konektor, *splice*, dan *splitter* yang masing-masing memberikan redaman tertentu. Pada titik keluaran *passive splitter*, hasil pengukuran OPM menunjukkan nilai daya terima (P_r) pada panjang gelombang 1310 nm

yaitu sebesar -8.992 dBm seperti yang terlihat pada Gambar 4.2. Sedangkan daya terima pada saat panjang gelombang 1550 yaitu sebesar -8,920 dBm seperti yang terlihat pada Gambar 4.3.

4.2 Pengukuran Redaman pada Modul Trainer

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan OLT sebagai input dan OPM digunakan sebagai pengukur daya output, pengukuran bertujuan untuk mendapatkan daya yang diterima oleh perangkat, berikut hasil pengukuran daya pada beberapa core dan setiap kondisi kabel.

4.2.1 Hasil Pengukuran pada ODC Sebelum Masuk Passive 1:4

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran pada ODC

Percobaan ke	Panjang Gelombang (nm)	Nilai Daya Penerimaan (dBm)
1	1310	6.49
2		6.49
3		6.49
4		6.45
1	1550	6.62
2		6.69
3		6.62
4		6.65

4.2.2 Hasil Pengukuran pada Output Passive Splitter 1:4 ODP 1 (Kabel Normal)

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kabel Normal

P O R T	P _{TX} (dBm)		P _{RX} (dBm)		Redaman (dB)	
	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)
1	6.49	6.62	-7.58	-7.38	14.07	14.00
2	6.49	6.62	-8.04	-7.84	14,53	14.46
3	6.49	6.62	-8.22	-8.01	14.71	14.63
4	6.49	6.62	-7,97	-7.77	14.46	14.39

4.2.3 Hasil Pengukuran pada Output Passive Splitter 1:4 ODP 2 (Kabel Core Patah)

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Kabel Core Patah

P O R T	P _{TX} (dBm)		P _{RX} (dBm)		Redaman (dB)	
	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)
1	6.49	6.62	-50.00	-50.00	56.49	56.62
2	6.49	6.62	-50.00	-50.00	56.49	56.62
3	6.49	6.62	-50.00	-50.00	56.49	56.62
4	6.49	6.62	-50.00	-50.00	56.49	56.62

4.2.4 Hasil Pengukuran pada Output Passive Splitter 1:4 ODP 3 (Kabel 1 Sambungan)

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Kabel 1Sambungan

P O R T	P _{TX} (dBm)		P _{RX} (dBm)		Redaman (dB)	
	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)
1	6.49	6.62	-7.78	-7.57	14.27	14.19
2	6.49	6.62	-8.26	-8.06	14,75	14.68
3	6.49	6.62	-8.43	-8.23	14.92	14.85
4	6.49	6.62	-8.16	-7.96	14.65	14.58

4.2.5 Hasil Pengukuran pada Output Passive Splitter 1:4 ODP 4 (Kabel 2 Sambungan)

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Kabel 2Sambungan

P O R T	P _{TX} (dBm)		P _{RX} (dBm)		Redaman (dB)	
	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)	1310 (nm)	1550 (nm)
1	6.49	6.62	-8.11	-7.91	14.60	14.53
2	6.49	6.62	-8.59	-8.38	15.08	15.00
3	6.49	6.62	-8.76	-8.56	15.25	15.18
4	6.49	6.62	-8.55	-8.36	15,04	14.98

4.3 Pembahasan Hasil Pengukuran pada Modul Trainer

4.3.1 Kabel Normal

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 pada kondisi awal yaitu saat kabel normal, nilai redaman yang diperoleh *core* orange berkisar antara 14,07 – 14,71 dB pada panjang gelombang 1310 nm dan 14,00 – 14,63 dB pada panjang gelombang 1550 nm. Besarnya redaman ini muncul karena sinyal optik melewati dua buah *splitter* 1:4, yaitu masing-masing terpasang di ODC dan ODP. Secara teoretis, satu *splitter* 1:4 memiliki redaman sekitar ± 7 dB, sehingga penggunaan dua *splitter* menghasilkan total redaman mendekati 14 dB. Dengan demikian, hasil pengukuran pada kondisi normal dapat dikatakan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

4.3.2 Core Patah

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 nilai daya terima (Prx) pada semua *port* tercatat sebesar -50,00 dBm baik pada panjang gelombang 1310 nm maupun 1550 nm. Kondisi ini menandakan bahwa terjadi patah atau putus pada *core* serat optik, sehingga sinyal tidak dapat diteruskan ke output perangkat. Hal ini juga terlihat dari perhitungan redaman, dimana nilai redaman langsung meningkat drastis hingga 56,49 dB pada 1310 nm dan 56,62 dB pada 1550 nm.

4.3.3 Kabel 1 Sambungan

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada tabel 4.3 pada saat ditambahkan satu sambungan pada kabel, redaman yang terukur berada pada kisaran 14,27 – 14,92 dB untuk panjang gelombang 1310 nm dan 14,20 – 14,90 dB untuk panjang gelombang 1550 nm. Dibandingkan dengan kondisi kabel normal, terjadi kenaikan rata-rata sekitar 0,20 dB. Tambahan redaman ini disebabkan oleh adanya satu titik sambungan pada jalur *transmisi optik*. Besarnya peningkatan tersebut masih dalam batas normal karena

sesuai dengan karakteristik redaman sambungan yang umumnya berada pada rentang 0,1–0,3 dB. Dengan demikian, batas redaman jaringan pada kondisi ini tetap sesuai standar dan tidak menimbulkan gangguan yang signifikan.

4.3.4 Kabel 2 Sambungan

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 pada kondisi kabel dengan dua sambungan, redaman meningkat lebih lanjut dengan kisaran 14,60 – 15,25 dB pada panjang gelombang 1310 nm dan 14,60 – 15,25 dB pada panjang gelombang 1550 nm. Dibandingkan dengan kabel kondisi normal, terjadi penambahan redaman sekitar 0,5 dB pada kedua panjang gelombang, sedangkan dibandingkan dengan kondisi satu sambungan, penambahan redaman akibat adanya satu sambungan tambahan adalah sekitar 0,34 dB. Hal ini menunjukkan bahwa setiap sambungan tambahan memberikan kontribusi redaman pada rentang 0,2–0,3 dB. Dengan demikian, hasil pengukuran ini sejalan dengan teori maupun standar redaman sambungan optik, serta masih tergolong aman terhadap *link budget* sistem.

5. KESIMPULAN

- Hasil simulasi dengan aplikasi Optisystem didapatkan daya terima sebesar -8.992 dBm pada 1310 nm dan -8.920 dBm pada 1550 nm. Hasil pengukuran secara langsung dan simulasi Optisystem tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan yaitu berkisar pada -8 dBm.
- Didapatkan hasil pengukuran bahwa saat kondisi kabel normal memiliki redaman sekitar 14 dB, pada kabel dengan *core* patah didapatkan redaman melebihi 50,00 dB, untuk kabel dengan 1 sambungan, redaman meningkat sekitar 0,2 dB, sedangkan pada kabel dengan 2 sambungan redaman bertambah lebih besar, yaitu sekitar 0,3–0,5 dB dibandingkan kondisi normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. D. Kussoy, J. Prasetyo, and S. Widodo, "Rancang Bangun Alat Trainer Jaringan Kabel Serat Optik Untuk Kompetensi Teknisi Instalasi Fiber Optik Dan Praktikum Fiber Optik," *Integr. Lab J.*, vol. 09, no. 02, pp. 63–79, 2021.
- [2] M. F. Farhan, Popy Maria, Amelia Yolanda, and Aprinal Adila Asril, "Analysis of Dirty Adapters and Dirty Connectors on Fiber Optic Transmission," *JATAED J. Appropri. Technol. Agric. Environ. Dev.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–16, 2024, doi: 10.62671/jataed.v2i1.58.
- [3] M. A. Adam and Y. Saragih, "Perancangan Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Untuk Wilayah Perumahan Perum Bumi Kotabaru Indah Cikampek Menggunakan Aplikasi Google Earth Pro," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 156, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3444.
- [4] M. K. Nurwijaya, "ANALISIS GANGGUAN DAN IDENTIFIKASI KABEL FIBER OPTIC MENGGUNAKAN OTDR DI OTB CIREBON-BREBES R4," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4263.
- [5] Y. Yustini, A. A. Asril, H. N. Nawi, R. Hafizt, and A. Warman, "Implementasi dan Performansi Jaringan Fiber To The Home dengan Teknologi GPON.," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 5, no. 2, p. 59, Nov. 2021, doi: 10.31963/elekterika.v5i2.3032.
- [6] S. Ridho *et al.*, "Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban (Fiber to the Home (FTTH) Network Design at Housing in Urban Areas)," 2020.
- [7] M. Y. Ibrahim and N. Nawaningtyas, "Evaluasi Kinerja Jaringan FTTH Berbasis ODC dan GPON Berdasarkan Power Link Budget di RT 015 Tanjung Duren Utara," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 112–123, 2025, doi: 10.56211/sudo.v4i2.945.
- [8] A. R. Utami, D. Rahmayanti, and Z. Azyati, "Analisa Performansi Jaringan Telekomunikasi Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Pada Kluster Bhumi Nirwana Balikpapan Utara," *Circuit J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 67, 2022, doi: 10.22373/crc.v6i1.11841.
- [9] M. N. Ikhsanto and A. Setiawan, "Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabyte Passive Optical Network (GPON) PT. Telkom Kota Metro," *J. Comput. Sci. Inf. Syst. J-Cosys*, vol. 4, no. 1, pp. 57–63, 2024, doi: 10.53514/jco.v4i1.497.
- [10] P. C. Suryandari, "Analisis Performansi Jaringan Indihome Fiber Di Purwokerto," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 93–104, 2021, doi: 10.20895/jtece.v2i2.112.
- [11] M. Nurus, O. Nurdiaawa, and M. Martanto, "Analisis Jaringan Akses Fiber to The Home Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network," *J. Janitra Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 56–66, 2023, doi: 10.25008/janitra.v3i2.168.
- [12] J. J. Jeffri, "Analisis Power Link Budget Pada Jaringan Ftth Di Kelurahan Jatirasa, Bekasi," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3S1, pp. 4028–4037, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3s1.5247.
- [13] M. A. Rahmatulloh, D. Hanto, M. Yantidewi, Agitta Rianaris, and R.A. Firdaus, "Analisis Redaman Fiber Optik dengan Menggunakan Pemodelan Software Optisystem," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 7, pp. 630–639, 2023, doi: 10.56338/jks.v6i7.3795.