

Analisis *Link Budget* Penyambungan Serat Optik Menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* AQ7275

Tio Hanif January¹ dan Lita Lidyawati²

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, 40124, Indonesia
tio.hanif.y@gmail.com¹, lita.sunoko@gmail.com²

Abstract— *An optical fiber is a high-speed telecommunication transmission medium. Principally, an optical fiber is made of a very fine glass fiber material, which is able to transmit light waves using light reflection method on the surface of the fiber optics core. An underground installation of the fiber optics makes this device robust from external interferences. However, the fiber optic cable performance should always be checked to maintain performance during data transmission process. One way to test fiber optics cable performance is by using an Optical Time - Domain Reflectometer (OTDR) device. This device sends a light wave from one point of the fiber optics cable. The light wave then returns when reaching the other point of the fiber optic cable while carrying some measurement parameters especially the physical length and attenuation of a fiber optic cable. The evaluation of the fiber optics cable performance requires the preparation, installation, and configuration of the OTDR. In this paper, we conducted evaluation on the performances of fiber optics cable. The data generated by the performed evaluation indicated an occurring attenuation on the fiber optics cable along 64.402 km of its lengths.*

Keywords— *Optical fiber, OTDR, fiber optical attenuation, length, optical fiber tests*

Abstrak— Serat optik merupakan sebuah media transmisi telekomunikasi berkecepatan tinggi. Pada dasarnya serat optik terbuat dari bahan serat kaca yang sangat halus, serat optik mampu mentransmisikan gelombang cahaya dengan metoda pemantulan cahaya pada dinding dari inti serat optik. Instalasi serat optik dengan metoda kabel tanam membuat perangkat ini sangat aman dari gangguan eksternal. Namun performa kabel serat optik harus selalu diperiksa untuk menjaga performa saat proses transmisi data. Salah satu cara yang digunakan untuk menguji performa kabel serat optik adalah menggunakan perangkat *Optical Time - Domain Reflectometer* (OTDR). Perangkat ini akan mengirimkan gelombang cahaya dari salah satu ujung kabel, kemudian kembali lagi saat mencapai ujung lain dari kabel serat optik tersebut dengan membawa beberapa parameter pengukuran terutama panjang fisik dan redaman dari suatu kabel serat optik. Pada pengujian performa kabel serat optik ini diperlukan tahap persiapan, instalasi, dan konfigurasi dari sebuah OTDR. Data yang dihasilkan dari pengujian berupa panjang fisik yang menunjukkan lokasi terjadinya redaman pada kabel serat optik sepanjang 64,402 Km.

Kata kunci— Serat optik, OTDR, redaman serat optik, jarak, pengujian serat optik

I. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan masyarakat metropolitan akan layanan dalam bidang telekomunikasi seperti pesan suara, gambar, teks, video (*video conference*) dan internet semakin meningkat. Salah satu tuntutan masyarakat akan kebutuhan tersebut adalah keinginan untuk mendapatkan layanan tersebut dalam satu media. Salah satu cara untuk merealisasikan kebutuhan tersebut yaitu dengan menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi data. *Fiber Optik* merupakan salah satu media yang digunakan untuk memandu gelombang sinyal cahaya yang digunakan dalam mentransmisikan data [1]. Secara umum sistem komunikasi serat optik terdiri dari pemancar sebagai pengirim informasi, detektor penerima informasi, dan media transmisi sebagai sarana untuk melewati sinyal informasi. Pengirim bertugas untuk mengolah informasi yang akan disampaikan agar dapat

dilewatkan melalui suatu media sehingga informasi tersebut dapat sampai dan diterima dengan baik dan benar ditujuan/penerima. Perangkat yang ada di penerima bertugas untuk menterjemahkan informasi kiriman tersebut sehingga maksud dari informasi dapat dimengerti [2].

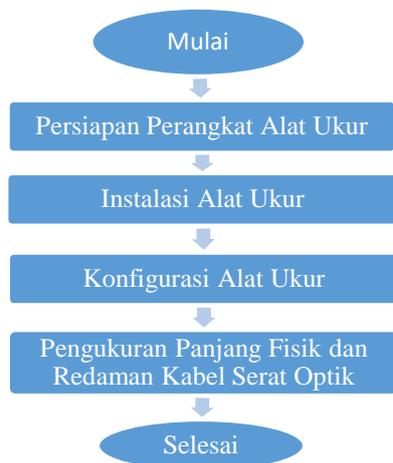
Pada proses transmisi data menggunakan kabel serat optik, data mampu dikirim secara cepat meskipun dalam ukuran yang besar. Namun, pada beberapa kondisi, terdapat proses transmisi data yang gagal saat data dikirimkan melalui media kabel serat optik. Untuk menganalisis kegagalan transmisi data pada kabel serat optik, tidak dapat dengan melihat secara langsung fisik kabel serat optik tersebut, karena instalasi kabel serat optik bisa saja membutuhkan panjang kabel fisik yang cukup besar untuk menghubungkan antara satu kota ke kota lain. Untuk efisiensi waktu, analisis dapat dilakukan dengan cara mengukur kabel serat optik dari titik kirim transmisi data menggunakan *Optical Time - Domain Reflectometer* (OTDR).

OTDR adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur suatu kabel serat optik. Sebuah serat optik yang telah dipasang dan berjalan dapat diukur oleh OTDR, baik kabel serat optik *multi mode* atau *single mode* [3]. OTDR juga dapat menganalisis jarak dan rugi-rugi (*loss*) yang muncul pada setiap titik, serta dapat menampilkan informasi pada layar tampilannya [4]. Selain itu OTDR memungkinkan sebuah *link* diukur dari satu ujung saja.[1].

Pengukuran pada kabel serat optik dengan menggunakan OTDR biasa disebut *power budget*, dimana kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter suatu kabel dan atau perangkat akses fiber optik. Parameter pengukuran atau *power budget* kabel fiber optik meliputi redaman, *loss* sambungan, jarak kabel, redaman *end to end*, dan *power level* [5].

II. METODE

Pengukuran panjang fisik dan redaman pada kabel serat optik menggunakan OTDR Yokogawa AQ7275 terdiri atas beberapa tahap. Gambar 1 merupakan tahapan prosedur pengukuran dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 1. Tahap pengujian

A. Persiapan Perangkat Alat Ukur.

Pengukuran ini melibatkan beberapa media yang harus dipersiapkan meliputi kabel serat optik dan OTDR.

1) Kabel Serat Optik

Kabel serat optik pada penelitian ini merupakan media yang diukur untuk mengetahui nilai redaman kabel yang telah diinstalasi memiliki nilai yang ideal atau tidak. Secara umum kabel serat optik terbagi menjadi 3 bagian yang meliputi inti (*core*), *cladding*, dan *coating*. Inti (*core*) atau inti serat, merupakan bagian paling utama dari serat optik, karena pada bagian ini informasi yang berupa pulsa cahaya ditransmisikan. Sementara pembungkus (*cladding*) merupakan pelapis *core*, dan mempunyai bahan dasar yang sama dengan *core*, tetapi mempunyai indeks bias yang lebih kecil daripada *core*. Lapisan terluar yaitu *coating* berfungsi sebagai pelindung *core* dan *cladding* dari tekanan fisik [6].

Pada pengukuran digunakan kabel serat optik jenis *single mode* atau mode tunggal. Serat optik *single-mode* mempunyai inti yang sangat kecil, diameter dari inti serat optik jenis ini adalah 8 – 12 μm . Cahaya yang merambat secara paralel di tengah membuat terjadinya sedikit dispersi pulsa. Serat optik *single-mode* mentransmisikan cahaya laser inframerah (panjang gelombang 1300-1550 nm) [7].

Kabel serat optik sebagai objek pengukuran pada penelitian ini memiliki beberapa karakteristik redaman. Salah satunya yaitu redaman yang diakibatkan oleh sambungan yang tidak sempurna sehingga menimbulkan beberapa jenis kekurangan pada hasil penyambungan seperti ruang kosong, kemiringan diantara sambungan, dan pergeseran lateral.

Ruang kosong pada sambungan disebabkan oleh jarak antara kedua ujung kabel serat optik yang akan disambungkan memiliki jarak yang terlalu jauh, sedangkan kemiringan yang terjadi pada sambungan kabel serat optik terjadi karena beberapa hal, diantaranya posisi kabel serat optik yang kurang tertata rapi saat akan disambungkan. Kemiringan ini bisa juga terjadi akibat proses pengupasan kabel serat optik yang tidak lurus. Pergeseran lateral pada sambungan, sama seperti yang terjadi pada kemiringan sambungan kabel serat optik, pergeseran lateral dapat terjadi pada sambungan kabel serat optik saat proses penyambungan yang tidak teliti [8].

2) *Optical Time – Domain Reflectometer* (OTDR)

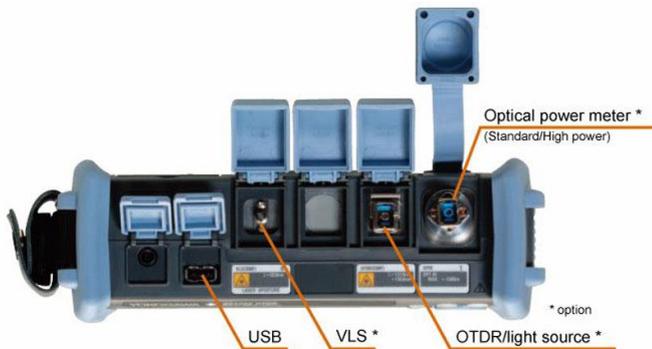
OTDR merupakan suatu alat ukur kabel serat optik yang mampu mendeteksi tempat terjadinya redaman (*loss*) pada saluran serat optik saat terjadi transmisi data. Pada instalasi kabel serat optik, OTDR dipakai untuk meyakinkan bahwa sambungan maupun konektor mempunyai redaman yang sesuai dengan yang diisyaratkan dalam spesifikasi, memeriksa kondisi kabel serat optik setelah dilaksanakan instalasi sehingga dapat diketahui apakah terdapat keretakan atau pelengkungan serat optik yang jari-jari kelengkungannya di luar persyaratan, dan untuk meyakinkan bahwa redaman serat optik dari pemancar ke penerima tidak melebihi yang diisyaratkan dalam spesifikasi perencanaan atau ketentuan yang ada. Prinsip kerja OTDR berdasarkan atas prinsip hamburan balik dari sinyal yang menjalar dalam serat optik [9]. Pada pengukuran *link* ini dipergunakan *Optical Time – Division Reflectometer* AQ7275, bentuk fisik OTDR ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Optical Time – Division Reflectometer* (OTDR) Yokogawa AQ7275.

B. Instalasi Alat Ukur

Instalasi pertama yang dilakukan adalah menyambungkan kabel serat optik yang akan diukur ke OTDR pada port OTDR/Light Source. Kemudian kabel power disambungkan ke sumber tegangan AC, lalu OTDR dapat dihidupkan. Posisi port OTDR Yokogawa AQ7275 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Port OTDR Yokogawa AQ7275

C. Konfigurasi Alat Ukur

Pada tahap konfigurasi ini merupakan tahap yang sangat penting karena OTDR memerlukan beberapa identitas dari kabel serat optik yang akan diukur, seperti panjang gelombang cahaya dan panjang saluran sesuai data yang telah diketahui. Jika panjang saluran belum diketahui maka dapat dilakukan pemilihan mode – Auto pada pengaturan Distance Range. Kabel yang akan diukur merupakan kabel serat optik berjenis Single Mode dengan panjang gelombang 1550 nm, maka panjang gelombang yang dipilih pada pengaturan Wavelength adalah 1550 nm. Gambar 4 merupakan konfigurasi OTDR.



Gambar 4. Konfigurasi Wavelength dan Distance Range pada OTDR Yokogawa AQ7275

D. Pengukuran dan Analisis.

Pengukuran yang dilakukan bertujuan pada nilai redaman ideal pada kabel serat optik yang telah diinstalasi, dimana proses instalasi tersebut menggunakan beberapa perangkat pendukung seperti konektor dan sambungan. Data pengukuran yang diambil akan dihitung menggunakan persamaan 1 [10].

$$l_t = (l_r) + (l_c) \tag{1}$$

Keterangan:

l_t = Redaman total (dB)

l_r = Redaman ruas (dB)

l_c = Redaman akibat konektor (dB)

Masing-masing data nilai redaman yang telah diukur kemudian dimasukkan dalam perhitungan pada persamaan 1 dengan melibatkan jumlah konektor dan sambungan sesuai data instalasi kabel serat optik yang diukur. Hal yang sama juga dilakukan pada nilai redaman ideal konektor dan sambungan dengan menggunakan jumlah konektor dan sambungan yang sama. Selanjutnya, kedua data tersebut dibandingkan untuk mengetahui titik mana yang mengalami redaman melebihi nilai redaman ideal. Adapun nilai redaman ideal konektor dan sambungan yang akan menjadi acuan tertera pada Tabel I.

TABEL I. DATA REDAMAN IDEAL [10]

Jenis Redaman	Redaman (dB)
Redaman Intrinsik	0,3 dB/km
Redaman Konektor	0,5 dB
Redaman Sambungan	0,25 dB
Jumlah Konektor	2
Jumlah Sambungan	7

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dilakukan pada kabel serat optik sepanjang 64,402 km dengan 8 buah ruas titik pengukuran. Panjang kabel serat optik tidak selalu sama pada setiap sambungan, melainkan disesuaikan dengan medan yang dilalui kabel serat optik tersebut.

A. Hasil Pengukuran.

Dari pengukuran yang telah dilakukan, dihasilkan 3 parameter pengukuran, yaitu Distance, Splice Loss, dan Cumulate Loss. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Gambar 5 merupakan hasil pengukuran redaman sambungan (splice) pada link 1, 2,3, dan 4, sedangkan link 5, 6, 7, dan 8 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Pengukuran redaman ruas 0-1, 1-2,2-3, dan 3-4



Gambar 6. Pengukuran redaman ruas 4-5, 5-6, 6-7, dan 7-8

B. Data Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi titik sambungan, dimana pada titik tersebut terjadi penurunan daya karena adanya redaman yang diakibatkan oleh sambungan itu sendiri. Data pengukuran ditunjukkan pada Tabel II.

TABEL II. DATA PENGUKURAN JARAK

Titik Pengukuran (Ruas)	Jarak (km)	Jarak Ruas (km)
1 (0-1)	4,830	4,830
2 (1-2)	10,152	5,322
3 (2-3)	17,109	6,957
4 (3-4)	26,923	9,814
5 (4-5)	29,528	2,605
6 (5-6)	51,761	22,233
7 (6-7)	58,365	6,604
8 (7-8)	64,402	6,037

C. Perhitungan Redaman.

Untuk mengetahui bahwa data redaman yang telah diukur merupakan data redaman yang ideal, perlu dilakukan tahap perhitungan sebagai referensi. Adapun rumus yang digunakan mengacu pada persamaan 1.

1) Redaman Total

Redaman total merupakan redaman yang berada di sepanjang media transmisi, dari titik kirim hingga ke titik penerima. Dengan menggunakan persamaan 1 maka dapat dilakukan perhitungan redaman total dengan memasukan nilai setiap jenis redaman yang ada pada Tabel I.

$$L_t = (64,402 \times 0,3) + (7 \times 0,25) + (2 \times 0,5) = 22,071 \text{ dB}$$

2) Redaman Ruas

Perhitungan redaman ruas dilakukan untuk menganalisis redaman yang melebihi batas atau ideal. Redaman ruas mampu menghasilkan berbagai macam nilai, karena pada ruas terdapat beberapa macam kerusakan yang mampu terjadi seperti yang sudah dijelaskan pada tahap sebelumnya. Perhitungan redaman ruas menggunakan persamaan 2.

$$l_{r_n} = (L \cdot \alpha) + l_s \quad (2)$$

Keterangan:

- l_r = Redaman ruas (dB)
- L = Panjang kabel (km)
- α = Redaman kabel serat optik/km (dB/km)
- l_s = Redaman sambungan ideal (dB)

Penelitian ini mempunyai 8 titik ruas pengukuran dengan jumlah 7 sambungan dan 2 konektor. Karena pada ruas 0-1 terdapat konektor, maka untuk melakukan perhitungan redaman ruas 0-1 perlu diketahui rumus perhitungan redaman konektor (l_c) yaitu sebagai berikut:

$$l_c = n_2 \cdot \alpha_2 \quad (3)$$

Keterangan:

- l_c = Redaman total akibat konektor (dB)
- n_2 = Jumlah konektor
- α_2 = Redaman/konektor (dB)

Pada perhitungan ruas 0-1 digunakan persamaan 1 dengan jumlah konektor sebanyak 2 buah. Pada perhitungan ruas 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, dan 6-7 digunakan persamaan 1 dengan jumlah konektor sebanyak 0. Sedangkan pada ruas ke 8 perhitungan dilakukan menggunakan persamaan 2 dengan tidak menambahkan nilai redaman sambungan ideal, karena pada ruas 7-8 merupakan ujung dari serat optik sehingga tidak terdapat lagi sambungan, hanya terdapat redaman intrinsik serat optik saja.

D. Perbandingan Data

Tahap perbandingan dilakukan untuk mengetahui bahwa nilai redaman kabel serat optik yang diukur telah memiliki nilai yang ideal untuk mentransmisikan data dengan baik.

1) Redaman Total

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang ideal, nilai redaman hasil pengukuran harus memiliki nilai yang lebih kecil atau sama dengan nilai redaman hasil perhitungan. Perbandingan redaman total ditunjukkan pada Tabel III. Redaman total hasil pengukuran memiliki nilai yang lebih besar dari redaman total hasil perhitungan, sehingga membuktikan bahwa kondisi *link* tersebut kurang baik karena redaman melebihi nilai ideal.

TABEL III. PERBANDINGAN REDAMAN TOTAL

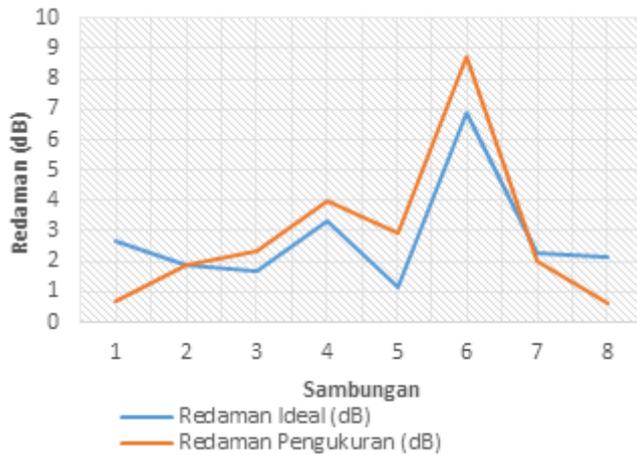
Loss Total Hasil Pengukuran	Loss Total Hasil Perhitungan.
24,25 dB	22,071 dB

2) Redaman Ruas

Perbandingan antara redaman ruas secara perhitungan dan redaman ruas secara pengukuran dapat mempermudah analisis ruas dengan nilai redaman yang sangat tinggi yang berpengaruh terhadap naiknya nilai *loss* total. Sehingga memudahkan proses instalasi ulang pada ruas tersebut untuk mendapatkan nilai redaman ruas yang ideal. Perbandingan redaman ruas ditunjukkan pada Tabel IV. Jika data ditampilkan pada grafik maka akan terlihat titik mana saja yang memiliki nilai redaman ideal dan tidak ideal, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

TABEL IV. PERBANDINGAN REDAMAN RUAS

Ruas	Redaman Ruas Hasil Perhitungan (dB)	Redaman Ruas Hasil Pengukuran (dB)
0-1	2,70	0,71
1-2	1,85	1,85
2-3	2,34	2,36
3-4	3,19	4
4-5	1,03	3,92
5-6	6,92	8,73
6-7	2,23	2,02
7-8	1,81	0,66



Gambar 7. Perbandingan redaman ideal dan redaman pengukuran

Dari hasil perbandingan antara redaman sambungan hasil *pengukuran* dan redaman sambungan hasil perhitungan terlihat bahwa pada titik ke 3, 4, 5, dan 6 memiliki nilai redaman sambungan yang tidak ideal. Hal ini dikhawatirkan dapat mengganggu proses transmisi sehingga diperlukan tindakan untuk mendapatkan nilai redaman yang ideal seperti pada titik pengukuran ke 1, 2, 7, dan 8.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

1. Nilai redaman kabel serat optik sepanjang 64,402 km yang diukur melebihi nilai redaman total ideal. Sehingga dapat dikatakan bahwa kabel serat optik yang diukur tidak layak untuk dipakai sebagai media transmisi data.

2. Nilai redaman ruas yang melebihi nilai ideal akan berpengaruh terhadap kenaikan nilai redaman total yang membuat kabel serat optik tersebut menjadi tidak layak untuk dijadikan media transmisi data.
3. Kabel serat optik yang telah diukur membutuhkan perbaikan untuk bisa mentransmisikan data dengan baik. Perbaikan nilai redaman dapat dilakukan dengan proses instalasi penyambungan ulang pada titik sambungan dengan nilai redaman sambungan yang melebihi nilai redaman ideal.

B. Saran

Saran untuk penelitian berikutnya adalah penggunaan alat dan metoda yang berbeda dalam proses pengukuran. Sehingga dapat dilakukan perbandingan dengan penelitian sebelumnya untuk mengetahui alat ukur dengan akurasi yang lebih baik dan metoda dengan tingkat efisiensi lebih tinggi.

REFERENSI

- [1] S. Setyawan, Penentuan Titik Lokasi Serat Optik Yang Putus Menggunakan Optical Time Domain reflectometer (OTDR) Pada Jaringan Transmisi Kabel Serat Optik, Purbalingga, Universitas Jenderal Soedirman, 2016.
- [2] I. Umaternate, M. Z. Saifuddin, H. Saman, dan R. Elliyati, Sistem Pengukuran dan Penyambungan Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT. Telkom Kandel Ternate, Ternate, Universitas Khairun Ternate, 2016.
- [3] D. A. Nurmantis, Pengukuran Fiber Optik Menggunakan OTDR (Optical Time – Domain Reflectometer), Bandung, Telkom University, 2016.
- [4] Amos G, *Optical Time – Domain Reflectometer (OTDR)*, Batam, Universitas Internasional Batam, 2016.
- [5] Firdaus, Performansi Jaringan Fiber Optik dari Sentral Office ke Pelanggan di Yogyakarta, Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia, 2016.
- [6] F. G. Praja, D. Aryanta, dan L. Lidyawati, Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Kabel Serat Optik Telkom Regional Jawa Tengah, Bandung, Institut Teknologi Nasional, 2013.
- [7] I. Sudrajat, Y. Huda, dan D. Faiza, Analisis Redaman Serat Optik Terhadap Performansi SKSO Menggunakan Metode Link Power Budget (Studi Kasus Pada Link Padang – Bukittinggi di PT. Telkom Padang), Padang, Universitas Negeri Padang, 2014.
- [8] S. Riyadi dan M. Alaydrus, Kontribusi Kerugian Akibat Sambungan Pada Saluran Transmisi Serat Optik Single Mode, Purwakarta, Politeknik Enjineri Indorama, 2016.
- [9] O. U. Siswanto, Analisis Perhitungan Rugi – Rugi Pada Serat Optik, Semarang, Universitas Diponegoro, 2005.
- [10] F. Habib, N. Tjahjamoonsih; F. T. Pontia W, Analisa Rugi – Rugi Serat Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer Dengan Aplikasi AQ7932 Emulation, Pontianak, Universitas Tanjungpura, 2015.