



Research Articles

Pengukuran Dan Pemodelan Serat Optik Dalam Kondisi Terpapar Sinar Matahari

Measurement and Modeling of Optical Fibers Under Sun Exposure Conditions

Made Sutha Yadnya*, Abdullah Zainuddin, Wahyu Chandra Parhadi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

**Corresponding author, email: msyadnya@unram.ac.id*

Manuscript received: 18-11-2023. Accepted: 22-03-2024

ABSTRAK

Serat optik merupakan saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari serat kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat penerima. Kabel optik yang melayang serta tergantung terbuka terpapar sinar matahari, atau tertanam terpapar pembakaran sampah menyebabkan penambahan redaman berdampak dengan hasil transmisi sinyal yang menyebabkan putusnya hubungan komunikasi. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran serta pemodelan dari kondisi berasumsi peningkatan panas yang terjadi. Kondisi tersebut dilaksanakan pada skala laboratorium. Isolasi optik sangat melindungi serat optik tersebut. Pemodelan ini akan memprediksi umur pemakaian serat optik yang seyogyanya dipakai dalam 30 tahun. Hasil pengukuran di tabelkan serta diurutkan supaya diketahui distribusi peningkatan suhu.

Kata kunci: serat optic; redaman; paparan matahari.

ABSTRACT

Optical fiber is a transmission line or a type of cable made of glass fiber or plastic which is very fine and smaller than a strand of hair, and can be used to transmit light signals from one place to the recipient. Optical cables that float and hang openly exposed to sunlight, or are embedded exposed to burning rubbish cause additional attenuation which results in signal transmission which causes communication links to break. In this research, measurements and modeling were carried out of conditions assuming an increase in heat that occurred. These conditions are carried out on a laboratory scale. Optical isolation really protects the optical fiber. This modeling will predict the useful life of optical fiber which should be used in 30 years. The measurement results are tabulated and sorted so that the distribution of temperature increases is known

Keywords: fiber optics; attenuation; sun exposure.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat pesat tidak dapat dipungkiri oleh banyak masyarakat, kebutuhan akan layanan yang cepat dan efisien juga semakin meningkat. Pada saat ini banyak perusahaan di bidang telekomunikasi yang menggunakan teknologi serat optik guna memenuhi kebutuhan akan layanan yang terbaik, pemanfaatan serat optik pada sistem komunikasi dan layanan data akan memberikan nilai tambah dari suatu teknologi berupa pengiriman data berkapasitas besar, berkecepatan tinggi karena menggunakan kecepatan cahaya (Juwari et al, 2022). Kekurangan serat optik adalah pada komunikasi tidak bisa bergerak atau fix. Namun untuk BTS serat optik dipakai untuk jaringan backbone nya masih ada beberapa permasalahan yang bisa timbul dibalik keunggulan serat optik tersebut salah satunya yakni redaman, kondisi suhu ruangan berpengaruh terhadap nilai redaman (Herwita, 2019). Pada komunikasi bergerak khusus jaringan komunikasi bergerak saat ini dalam jaringan 4G sangat rentan dengan redaman hujan (Yadnya et al, 2018).

Dalam serat optik ada mode single mode dan multi mode ini menyebabkan perlakuan dan jarak tempuh dari suatu transmisi itu berbeda, oleh karena itu diperlukan perlakuan yang sesuai dengan ketentuan berlaku. Pada dunia nyata instalasi optik seharusnya ditanam sekarang banyak salah pasang dengan dipasang pada kondisi terbuka terpapar matahari ini merupakan masalah yang harus diselesaikan karena berubah tempat dan kondisi lingkungan.

Adapun pada kenyataannya di lapangan kabel optik terpapar oleh panas matahari, kabel serat optik biasanya tergantung dan melayang di area terbuka adapun yang tertanam namun terpapar panas saat pembakaran sampah hal ini tidak menutup kemungkinan akan berpengaruh terhadap redaman dan hasil transmisi sinyal optik. Output yang akan di hasilkan pada penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh paparan sinar matahari terhadap kabel serat optik dan mengetahui pengaruh nilai daya dan redaman pada saat kabel serat optik dalam keadaan terpapar sinar matahari.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dan metode adalah dalam skala laboratorium yang memodelkan pada kenyataan dengan pemanasan sesuai variasi parameter jarak pemanasan dan waktu, untuk lebih teliti adalah:

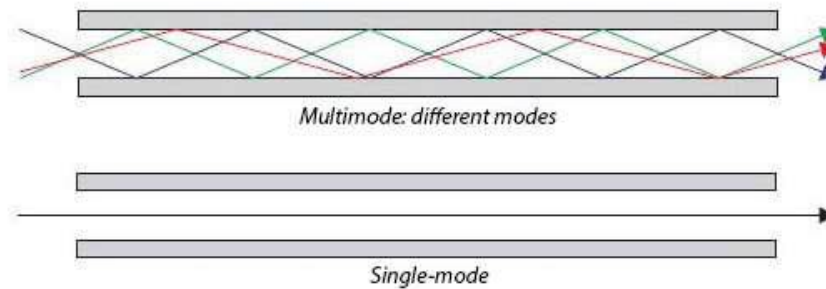
1. Serat Optik

Serat optik merupakan suatu media transmisi dielektrik waveguide yang beroperasi pada frekuensi optik atau cahaya, terbuat dari serat kaca dan plastic yang menggunakan bias cahaya dalam mentransmisikan data. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena memiliki spectrum yang sangat sempit. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar dari pada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi fiber optic sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi (Habib, 2015).

Serat optik terdiri dari 3 bagian yaitu: *Core* (inti), *Cladding* (Selimut), *Coating* (Jaket). Ciri tiap bagiannya yakni:

- 1) *Core* (inti), terbuat dari bahan kuarsa dengan kualitas yang sangat tinggi. Bagian ini tempat terjadinya perambatan cahaya yang merupakan fungsi utama dari serat optik.

- 2) Cladding (Selimut), terbuat dari bahan gelas dengan indeks bias lebih kecil dari *core*. Merupakan selubung dari *core*. Hubungan indeks bias antara *core* dengan cladding yakni mempengaruhi perambatan cahaya pada *core*.
 - 3) Coating (jaket), Terbuat dari bahan plastik, dan berfungsi untuk melindungi serat optik dari kerusakan (Herwita, 2019).
2. Jenis – jenis serat Optik



Gambar 1 singlemode dan multi mode (Habib, 2015).

Jaringan fiber optik terdiri dari beberapa jenis serat, yang biasanya dapat dengan mudah diketahui dengan melihat transmitter (media transmisi data) yang digunakannya. Berikut ini jenis-jenis serat optik :

- a. Single Mode Kabel jaringan fiber optik jenis single mode memiliki inti (*core*) yang relatif kecil, dengan diameter sekitar 0.00035 inch atau 9 micron. Jenis kabel fiber optik yang satu ini menggunakan *transmitter light source* semikonduktor yang mengirimkan sinar *light source* inframerah dengan panjang gelombang mencapai 1300-1550 nm. Disebut '*single mode*' karena penggunaan kabel fiber optik ini hanya memungkinkan terjadinya satu modus cahaya saja yang dapat tersebar melalui inti pada suatu waktu. (Umaternate, 2015)
 - b. Multi Mode Multi mode merupakan jenis kabel fiber optik yang memiliki inti (*core*) yang lebih besar dibanding milik kabel fiber optik jenis single mode yakni berdiameter sekitar 0.0025inch atau 62.5 micron. Dengan ukuran yang lebih besar, maka penggunaan kabel fiber optik jenis ini memungkinkan ratusan modus cahaya tersebar melalui serat secara bersamaan. Kabel fiber optik multi mode ini menggunakan *lightsource* sebagai media transmisinya, serta lebih ditujukan untuk kepentingan komersil (Umaternate, 2015)
3. Panjang gelombang serat Optik

Panjang gelombang kabel serat optik sangat mempengaruhi rugi-rugi serat optik baik itu untuk rayleigh scattering, absorption, maupun, kelengkungan. Untuk rayleigh scattering loss, panjang gelombang berbanding terbalik dengan loss dimana semakin besar λ maka loss yang didapat semakin kecil sesuai dengan persamaan yang tertera. Untuk macrobending loss, panjang gelombang juga mempengaruhi value redaman serat optik. Namun perbedaan angka radius kelengkungan kabel juga mempengaruhi loss yang dihasilkan. Dispersi mempengaruhi besar bit rate (laju data) dimana untuk setiap kenaikan pelebaran pulsa, maka nilai bit rate menurun, dan untuk bandwidth nilai nya dipengaruhi oleh panjang kabel atau jarak transmisi dimana semakin jauh transmission distance maka nilai bandwidth yang diterima makin kecil (Hasudungan, 2022)

4. Kabel Patch cord

Patch cord adalah kabel fiber optik dengan panjang tertentu yang sudah terpasang konektor di ujungnya. digunakan untuk menghubungkan antar perangkat atau ke koneksi telekomunikasi. Patch cord adalah kabel fiber indoor yang dipakai hanya untuk di dalam ruangan saja. Ada yang simplex (1 core) dan ada pula yang duplex (2 core), Single mode dan Multimode. Patch cord mempunyai banyak sekali jenis konektor, karena masing-masing perangkat / alat yang digunakan mempunyai tipe yang berbeda pula disesuaikan dengan kebutuhan (Asril, 2019)

5. Konektor Serat Optik

Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai penghubung serat. Konektor ini mirip dengan konektor listrik dalam hal fungsi dan tampilan luar tetapi konektor pada serat optik memiliki ketelitian yang lebih tinggi. Konektor diperlukan apa bila sewaktu-waktu serat akan dilepas saat diperlukan suatu penggantian transmitter atau receiver maupun untuk melakukan suatu kegiatan perawatan maupun pengukuran (Hasudungan, 2022)

6. Standar ITU-T

Menurut rekomendasi ITU-T, kabel serat optik harus mempunyai koefisien redaman 0.5 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Tapi besarnya koefisien ini bukan merupakan nilai yang mutlak, karena harus mempertimbangkan proses pabrikasi, desain komposisi fiber, dan desain kabel. Untuk itu terdapat range redaman yang masih diijinkan yaitu 0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.3 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Dengan menggunakan data-data diatas maka perhitungan total redaman untuk standarisasi redaman yang digunakan oleh PT. TELKOM sebagai pedoman pengukuran dan penyambungan. Untuk perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini (Asril, 2019):

$$\alpha F \text{ (Loss total) dB} = (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT})$$

$$\alpha_{ST} \text{ (dB)} = \alpha_S \cdot Y$$

$$\alpha_{CT} \text{ (dB)} = \alpha_C \cdot X$$

dengan:

αF : Redaman total (dB)

L : Panjang kabel (km)

α : Redaman serat optik (dB/km)

α_S : Redaman splicing (dB)

Y : Jumlah splicing

α_{ST} : Redaman total splicing (dB)

α_C : Redaman konektor (dB)

X : Jumlah konektor

α_{CT} : Redaman total konektor (dB)

7. Paparan sinar matahari

Atmosfer, lautan, dan daratan bumi menyerap sekitar 3.850.000 exajoule (EJ) energi dari matahari setiap tahunnya. Kuantitas energi matahari yang mencapai permukaan bumi dalam satu tahun sungguh luar biasa besar, diperkirakan dua kali lipat dari total gabungan

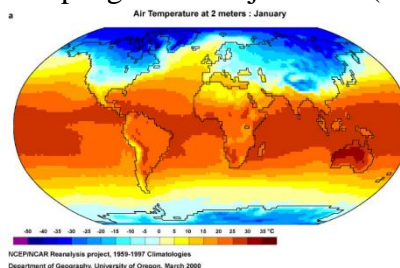
sumber daya alam tak terbarukan di Bumi seperti batu bara, minyak, gas alam, dan uranium (Shafira et al, 2021)

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di khatulistiwa serta negara beriklim tropis sehingga matahari bersinar sepanjang tahun.



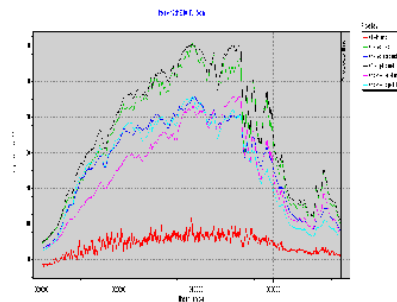
Gambar 2 data kenaikan suhu BMKG (<https://www.bmkg.go.id>)

Berdasarkan analisis dari 116 stasiun pengamatan BMKG, suhu udara rata-rata bulan September 2023 adalah sebesar 27.0 °C. Normal suhu udara klimatologis untuk bulan September 2023 periode 1991-2020 di Indonesia adalah sebesar 26.6 °C (dalam kisaran normal 20.1 °C - 28.6 °C). Berdasarkan nilai-nilai tersebut, anomali suhu udara rata-rata pada bulan September 2023 menunjukkan anomali positif dengan nilai sebesar 0.4 °C. Anomali suhu udara Indonesia pada bulan September 2023 ini merupakan nilai anomali tertinggi ke-4 sepanjang periode pengamatan sejak 1981 (Hasudungan, 2019)



Gambar 3 Global Climate Animation

Berdasarkan jurnal (Sidopekso, 2011) data pada global climate animation, menunjukkan sebaran panas matahari di muka bumi, daerah yang dilalui warna terang menunjukkan adanya sebaran panas yang cukup baik pada daerah tersebut dan daerah yang dilalui warna gelap menunjukkan kurangnya sebaran panas matahari pada bagian tersebut. Sehingga dapat di tarik kesimpulan bahwa warna gelap cenderung menyerap energi matahari lebih banyak sama halnya dengan kabel yang digunakan pada proses pengukuran ini.



Gambar 4 Data akumulasi Panas Matahari

Selanjutnya, satwiko juga memiliki alat untuk mengambil data suhu matahari selama 8 detik sekali selama 12 jam yakni, jam 6 pagi hingga 6 sore. Hasil yg di dapatkan pemanasan dengan suhu diatas 50° Celcius mancapai waktu 6 jam Sedangkan untuk suhu diatas 60° Celcius mancapai 4 jam lamanya. Dari data diatas dapat kita simpulkan bahwa suhu 60° Celcius di dapatkan pada tengah hari berkisar jam 10 pagi hingga jam 2 siang di dapatkan suhu yang melebihi 60° Celcius sama halnya dengan kabel optik yang membentang di udara (Asril, 2019).

8. Isolasi kabel

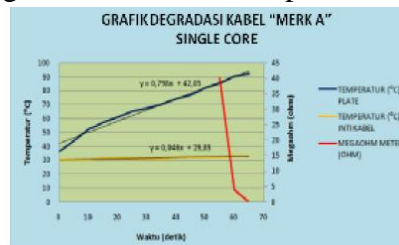
Kabel dalah penghantar yang dilapisi dengan isolasi (penghantar berisolasi). Kabel merupakan rakitan satu penghantar atau lebih baik penghantar itu pejal maupun pintalan masing-masing dilindungi dengan isolasi dan keseluruhannya dilengkapi dengan selubung pelindung bersama (Hasudungan, 2019).

Dalam jurnal (Almanda, 2014) yang membahas tahanan panas isolasi kabel PVC, di dapatkan kenaikan temperature pada kabel di simulasikan dengan cara memberikan panas pada permukaan kabel. Panas tersebut akan mengakibatkan isolasi kabel meleleh dan hangus hingga tahanan isolasinya turun.



Gambar 5. Isolasi kabel

Hasil dari pengujian panas eksternal, sumbu api yang memanaskan plat mulai melelehkan isolasi kabel hingga terkelupas (inti kabel bertemu dengan plat) di mulai detik ke 55 saat temperatur plat 85°C; megaohmmeter 40Ω dan terkelupas sempurna di detik ke 65 saat temperatur plat 92°C; megaohmmeter 0 Ω. Pada pengujian ketahanan isolasi kabel di dapatkan data bahwa kabel mulai terkelupas pada saat menyentuh suhu 85° C - 92° C dengan kondisi jarak sumber panas yang sangat dekat. Hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa dengan pengaruh sinar matahari yang terus menerus lama kelamaan tingkat isolasi kabel akan menurun dan mempengaruhi inti dari serat optik.



Gambar 6. Grafik degradasi kabel

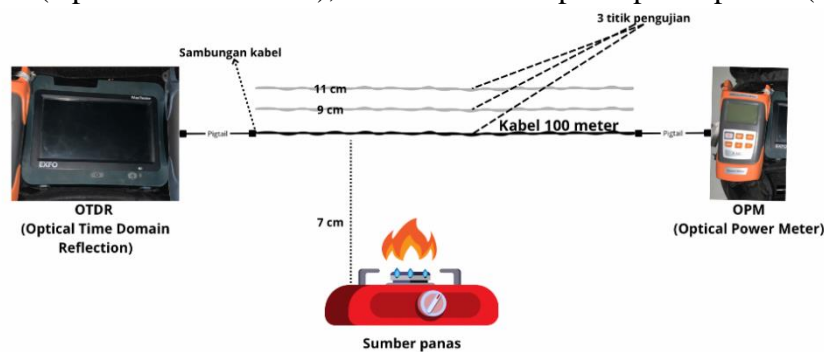
Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif berdasarkan dengan penelitian yang dilakukan sesuai yakni dengan pemodelan kabel serat optik dalam keadaan terpapar panas matahari.

Dengan studi literatur dari ebook, jurnal dan artikel untuk memenuhi kebutuhan penelitian serta difasilitasi oleh kabel serat optik, alat – alat ukur serta penyambungan kabel serat optik, penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium.

Alat/Instrumen pengukuran:

- (a) Streaper (Tang) Digunakan untuk mengupas bagian jaket kabel fiber optik.
- (b) Cleaver (Pemotong) Digunakan untuk memotong ujung kabel fiber optik.
- (c) Alkohol dan Tisu Digunakan untuk membersihkan bagian kabel fiber optik yang sudah dipotong.
- (d) *Fusion Splicer* merk Fitel S 178 A, digunakan untuk melakukan penyambungan antar ujung kabel fiber optik.
- (e) Konektor penghubung.
- (f) Kabel serat optik jenis *Dropcore*
- (g) Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) tipe EXFO FTB 1, alat yang dapat mengetahui posisi kerusakan atau gangguan yang dialami oleh fiber optik dalam domain waktu tertentu (Anwar, 2015),
- (h) OPM (Optical Power Meter) digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal cahaya fiber optik dari pengirim ke penerima (Juwari. 2022).

Pada gambar skema simulasi yang akan digunakan merupakan rangkaian alat dan bahan utama yang akan digunakan dalam pengukuran yakni, OTDR (Optical Time Domain Reflection), OPM (Optical Power Meter), dan kabel serat optik tipe *dropcore*. (Umar, 2021)



Gambar 7. Skema Pengukuran kabel serat optik

Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan serat optik dalam kondisi terpapar sinar matahari, pemodelan dilakukan dengan menentukan 3 titik pengukuran yakni dengan menganalogikan jarak terdekat, jarak menengah dan jarak terjauh kabel serat optik terhadap paparan panas sinar matahari. Kabel serat optik yang digunakan sepanjang 100 meter, kedua ujung kabel akan dikupas menggunakan tang stripper lalu masing” ujung tersebut akan diberikan protection sleeve kemudian di sambungkan dengan kabel pigtail menggunakan alat fusion splicer.

Setelah melakukan penyambungan tersebut ujung kabel di sambungkan pada alat ukur, adapun alat ukur yang digunakan pada percobaan ini yaitu OTDR (Optical Time Domain Reflection) dalam pemodelan ini berfungsi sebagai sumber cahaya. OPM (Optical Power Meter) dalam kasus ini digunakan untuk melihat nilai redaman yang dihasilkan. Setiap titik pengukuran akan diambil 30 data, data akan berupa nilai suhu yang terpapar pada

kabel dan nilai redaman pada kabel serat optik, satu titik memerlukan waktu sekitar 15 menit dan untuk ketiga titik membutuhkan waktu sekitar 45 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran

Berikut di tampilkan tabel serta grafik distribusi suhu pada jarak terdekat yakni 7cm, jarak menengah (9 cm), dan jarak terjauh (11 cm) kabel serat optik dengan sumber panas.

Tabel 1 Distribusi nilai suhu jarak 7 cm

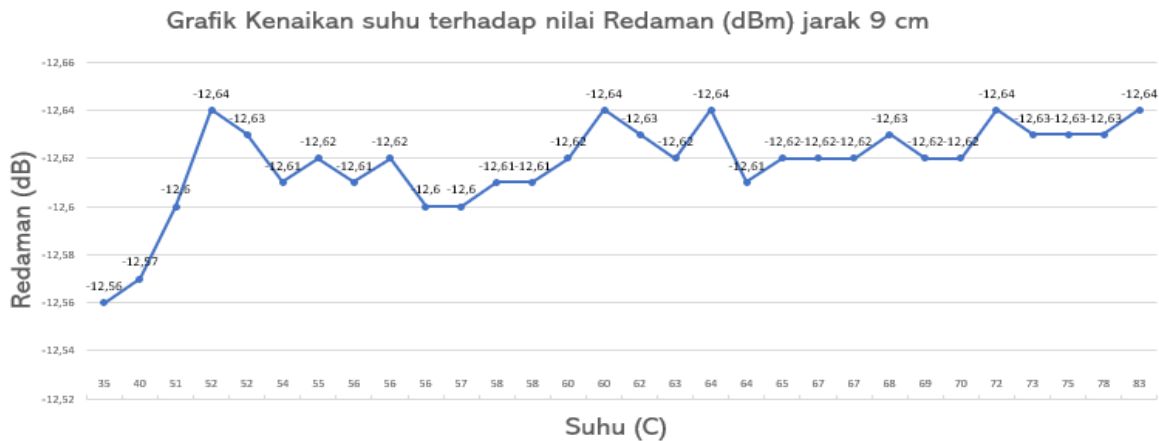
Interval		Frekuensi
20	40	2
41	60	0
61	80	0
81	100	1
101	120	4
121	140	5
141	160	8
161	180	7
181	200	2
201	220	1

Tabel 2 Distribusi Suhu jarak 9 cm

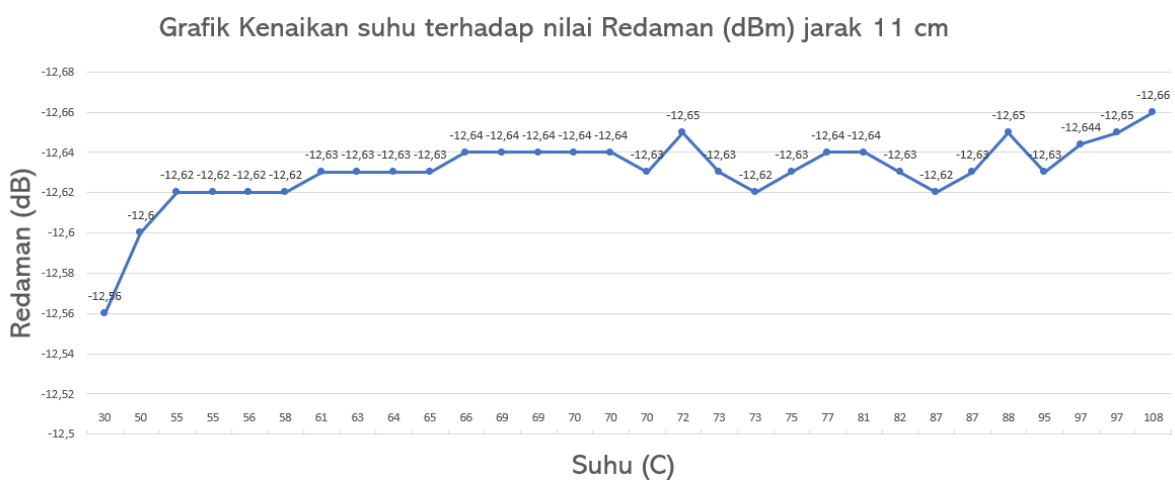
Interval		Frekuensi
20	40	1
41	60	5
61	80	15
81	100	8
101	120	1
121	140	0
141	160	0
161	180	0
181	200	0
201	220	0

Tabel 3 Distribusi jarak 11 cm

Interval		Frekuensi
20	40	2
41	60	13
61	80	14
81	100	1
101	120	0
121	140	0
141	160	0
161	180	0
181	200	0
201	220	0



Grafik 3 Suhu terhadap Redaman jarak 9 cm



Grafik 4 Suhu terhadap Redaman jarak 9 cm

Dapat dilihat pada ketiga grafik tersebut menunjukkan berbanding lurusnya nilai suhu terhadap nilai redaman, ketika suhu naik maka nilai redaman akan semakin besar. Nilai suhu tertinggi didapatkan pada nilai 213 °C pada jarak terdekat yakni 7 cm dan untuk nilai redaman tertinggi didapatkan di angka -12,66 dB dari nilai awal -12,55, meskipun terdapat beberapa fluktuasi data pada grafik namun tetap trendline dari ketiga grafik tersebut berbanding lurus. Jadi dapat disimpulkan bahwa paparan matahari dapat berpengaruh terhadap redaman kabel serat optik.

Perhitungan Daya Input Optik

$$\begin{aligned}
 P_{in} &= P_{out} + Loss \text{ (dB)} \\
 &= 10 \text{ Log } (54,32 \times 10^{-6}) + 12,65 \text{ dB} \\
 &= - 42,65 \text{ dBwatt} + 12,65 \text{ dB} \\
 &= - 30,0 \text{ dBwatt} \\
 &= 0 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dibuktikan benar bahwa daya yang di pancarkan dari OTDR bernilai 1 mW (- 30dBwatt = 1mWatt)

Perhitungan Redaman kabel

$$\begin{aligned}\alpha T &= L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_C + N_s \cdot \alpha_s + S_p \\ &= 0.1 \text{ Km} \cdot 3.5 \text{ dB/Km} + 2 \cdot 0.4 \text{ dB} + 2 \cdot 0.001 \text{ dB} + 0 \\ &= 0.35 \text{ dB} + 0.8 \text{ dB} + 0.002 \text{ dB} + 0 \\ &= 1.152 \text{ dB}\end{aligned}$$

Perhitungan daya Output Optik

$$\begin{aligned}\text{Total redaman dalam nilai mW} &= P_{\text{in}} - (\alpha T + (-12.66)) \\ &= -30,0 \text{ dBwatt} - (-1.152 - 12.66) \\ &= -30,0 \text{ dBwatt} - 13.812 \text{ dB} \\ &= -43.812 \rightarrow 4.157 \mu\text{W} \rightarrow 0.0041 \text{ mW} \\ P_{\text{In}} - P_{\text{Out}} &= 1 \text{ mW} - 0.0041 \text{ mW} \\ &= 0.995 \text{ mW}\end{aligned}$$

Pengukuran 3 titik dilakukan selama 45 menit dengan nilai awal (sebelum terpapar) di angka -12,55 dan di dapatkan redaman tertinggi dalam keadaan terpapar ada pada angka -12,66 dB dari nilai tersebut kita dapatkan Δ Redaman sebesar 0,11 dB.

Dari Perhitungan daya output optik kita dapatkan bahwa dalam radius kabel 100 meter di dapatkan penurunan daya input sebesar 0.0041 mW, Hal ini membuktikan bahwa panas yang di berikan pada kabel berpengaruh terhadap daya Optik. Jika dalam konversi jarak ke 1 Km dari jarak 100meter berarti di kalikan 10 maka penurunan daya bisa sebesar 0.041 mW/ Km.

Analisa dari Pengukuran dengan Perkiraan Penggunaan Serat Optik

Dalam 45 menit ada Δ Redaman -0,11 dB

Jika dalam 6 jam maka kemungkinan ada bertambah

$$\frac{0,11}{45 \text{ menit}} \times 360 \text{ menit} = 0,88 \text{ dB}$$

Sekarang asumsikan dalam 1 tahun ada kenaikan 0,88 dB maka,

$$\frac{0,11}{12 \text{ bulan}} \times 120 \text{ bulan} = 8,8 \text{ dB}$$

Dalam 10 tahun akan bertambah 8,8 dB sehingga redaman bisa dihitung pada angka -21,46 dB dan dalam 15 tahun bisa naik hingga -25,86 maka sebelum sampai 30 tahun redaman sudah mencapai angka -30 dB dimana pada angka tersebut sudah terjadi loss pada kabel. Jadi berdasarkan asumsi tersebut umur kabel dalam kondisi terpapar matahari berdasarkan nilai redamannya bisa mencapai +/- 15 tahun pemakaiann

KESIMPULAN

Paparan sinar matahari yang berlangsung memiliki waktu 4 jam untuk didapatkan nilai suhu tertingginya yakni pada pukul 10.00 hingga pukul 14.00 setiap harinya. Pemodelan serat optik ini menghasilkan nilai redaman yang berubah pada saat mensimulasikan kabel dalam keadaan terpapar panas matahari dengan nilai redaman awal -12,55 dB dan dalam keadaan terpapar sebesar -12,66 dB, Δ Redaman di dapatkan 0,11 dB dimana nilai tersebut didapatkan dengan pemanasan selama 45 menit.

Perubahan terjadi pada daya optik sebesar 0,041 mW, kondisi ini dapat dikatakan bagus dan tidak melebihi standar acuan ITU-T serta masih dapat beroperasi. Namub dengan adanya

perubahan nilai tersebut maka hal ini harus diperhatikan karena kabel serat optik yang menggantung akan terpapar setiap harinya hal ini lama kelamaan dapat menyebabkan berkurangnya masa pakai kabel serat optik yang diperkirakan bisa di pakai selama 30 tahun.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Fundamental Reguler 2024 dengan nomor kontrak 074/SP2H/LT/DRPM/IV/2024

DAFTAR PUSTAKA

- Almanda, D., & Ramadhan, A. I. (2014). EVALUASI PERBANDINGAN KABEL NYM 3 x 1, 5mm² MERK 'A dan B'DI TINJAU DARI TAHANAN PANAS ISOLASI KABELNYA. *Prosiding Semnastek*, 1(1).
- Asril, aprinal, yustini, Y., & Herwita, P. (2019), December 5). Merancang Sistem Pengukuran Redaman Transmisi Kabel Optik Single Mode Jenis Pigtail. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 56-62.
- Darmawan, N. (2017). Analisa Pengembangan Jaringan Fiber Optic Site Nangka Semarang. *Anal. Pengemb. Jar. Fiber Opt. Site Nangka Semarang*, 11.
- Habib, F. (2015). Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer Dengan Aplikasi AQ77932 Emulation. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- Hasudungan, H. A., Rambe, A. H., & Siregar, L. A. (2022, July). Analisis Karakteristik Kabel Serat Optik Sebagai Media Transmisi Data. In *Prosiding Seminar Nasional Sosial, Humaniora, dan Teknologi* (pp. 22-31).
- Herwita, P. A. (2019). Merancang Sistem Pengukuran Redaman Transmisi Kabel Optik Single Mode Jenis Pigtail. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 56-62.
- Hidayat, R., Burhanudin, S., & Liklikwatil, Y. (2022). ANALISIS RUGI-RUGI REDAMAN SERAT OPTIK DARI HASIL FUSION SPLICER DAN OTDR. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 17(1), 7-15.
- [https://www.blackbox.co.uk/gb-gb/page/28533/Resources/Technical-Resources/Black-Box-%20Explains/Fibre-Optic-Cable/Multimode-vs-Singlemode-Fibre%20\[1%20September%202021\]](https://www.blackbox.co.uk/gb-gb/page/28533/Resources/Technical-Resources/Black-Box-%20Explains/Fibre-Optic-Cable/Multimode-vs-Singlemode-Fibre%20[1%20September%202021]).
- <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim>
- Juwari, J., Jayadi, P., & Sussolaikah, K. (2022). Analisis Redaman Kabel Fiber Optic Patchcord Single Core. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(2), 202-210.
- Rosidi, R. A. S., Rosmiati, M., & Zani, T. (2015). Pembuatan Aplikasi Pengukuran Dan Analisis Loss Daya Fiber Optik Menggunakan Matlab. *eProceedings of Applied Science*, 1(3).
- Shafira, A. D., Isnomo, Y. H. P., & Imamuddin, A. M. (2021). Pengaruh Perubahan Suhu terhadap Nilai Panjang Gelombang Fiber Optik yang Difungsikan Sebagai Sensor Suhu. *Journal of Telecommunication Network (Jurnal Jaringan Telekomunikasi)*, 11(1), 17-22.
- Sidopekso, S. (2011). Studi Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Pemanas Air. *Berkala Fisika*, 14(1), 23-26.

- Umar, A. (2022). STUDI PENUAAN AKIBAT PANAS PADA BAHAN ISOLASI KABEL INSTALASI TEGANGAN RENDAH. *JITEL: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 1(1), 1-15.
- Umaternate, I., Saifuddin, M. Z., & Saman, H. (2016). Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT. Telkom Kandatel Ternate. *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 3(1), 26-34.
- Yadnya, M. S. & Sudiarta I.W (2018), *Synthesis of 4G outdoor femtocells under rain conditions in Mataram* , AIP Convergence 2043.