

Pengaruh Perubahan Suhu terhadap Nilai Panjang Gelombang Fiber Optik yang Difungsikan sebagai Sensor Suhu

Alna Destra Shafira¹, Yoyok Heru PI², Azam Muzakhim I³
^{1,2,3} Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital,
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

[1destrashafira25@gmail.com](mailto:destrashafira25@gmail.com), [2yoyok.heru@polinema.ac.id](mailto:yoyok.heru@polinema.ac.id), [3azam@polinema.ac.id](mailto:azam@polinema.ac.id)

Abstract— In this study we can determine the effect of temperature on wavelength and frequency on fiber optic media by using a splitter by looking at the measured wavelengths when the optical fiber is heated using an aluminum intermediate as a heat sensor. With temperatures to be used ranging from 270°C to 400°C. The measurement was carried out using an Optical Spectrum Analyzer (OSA) device. From the temperature variations given, the conclusion is that the greater the temperature given, the farther the wavelength shift and the smaller the resulting frequency. The wavelength produced on the fiber optic splitter cable 1 to the fiber optic splitter cable 4 has almost the same wavelength value starting from a temperature of 270 °C- 400 °C. the difference occurs when the cable before the splitter and after the splitter. The validity level in each splitter has a different persesn value such as the splitter has a validity value of 99.80%, splitter 2 has a validity of 99.72%, Splitter 3 has a validity of 99.72% and splitter 4 has a validity of 99.70%

Keywords— Fiber Optic, Temperature, Frequency, CCT (Correlated Color Temperature), Wavelength.

Abstrak— Dalam penelitian ini dapat diketahui pengaruh suhu terhadap Panjang gelombang dan frekuensi pada media fiber optic dengan menggunakan splitter dengan melihat panjang gelombang yang terukur ketika serat optic di panaskan menggunakan perantara aluminium sebagai sensor panas. Dengan suhu yang akan digunakan mulai dari suhu 270°C hingga 400°C. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan perangkat Optical Spectrum Analyzer (OSA). Dari Variasi suhu yang diberikan menghasilkan kesimpulan bahwa semakin besar suhu yang diberikan, semakin jauh pergeseran panjang gelombang dan semakin kecil juga frekuensi yang dihasilkan. Panjang gelombang yang dihasilkan pada kabel fiber optic splitter 1 sampai dengan kabel fiber optic splitter 4 mempunyai nilai Panjang gelombang yang hampir sama mulai dari suhu 270°C- 400°C. perbedaan terjadi saat kabel sebelum di splitter dan setelah di seplitter. Tingkat kevalidan di setiap splitter mempunyai nilai persesn yang berbeda seperti pada splitter mempunyai nilai kevalidan 99.80%, splitter 2 dengan kevalida 99.72%, Splitter 3 dengan kevalidan 99.72% dan pada splitter 4 dengan kevalidan 99.70%

Kata kunci— Fiber Optik, Temperature, Frekuensi, CCT (Correlated Color Temperature), Panjang Gelombang.

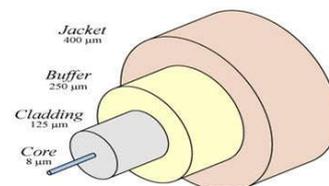
I. PENDAHULUAN

Perubahan suhu yang tidak pasti merupakan faktor yang sangat mempengaruhi segala aktifitas yang kita lakukan, oleh sebab itu perlu dilakukan suatu pengukuran. Bila kita ingin melakukan suatu pengukuran suhu misalnya saja dalam pemantauan perubahan suhu pada lereng gunung berapi, kita memerlukan suatu media yang dapat mentransmisikan data-data hasil pengukuran berupa temperatur sekitar kawasan gunung berapi, karena tidak memungkinkan untuk menggunakan alat biasa dalam mengukur suhu gunung berapi disebabkan tingginya suhu di kawasan tersebut. Untuk mengukur perubahan suhu yang terjadi pada suatu fiber optik dapat menggunakan nilai panjang gelombang. Dari nilai panjang gelombang dengan bantuan algoritma akan terukur ruang warna suhu. Warna suhu bisa dikarakterisasi menggunakan *Correlated* [1].

Perbedaan suhu antara sumber cahaya yang masuk di salah satu ujung kabel serat optik dengan suhu sensor akan menyebabkan perbedaan panjang gelombang antara sumber cahaya yang masuk dengan cahaya yang dipantulkan oleh sebuah sensor atau dilewatkan oleh sebuah sensor. Selisih

panjang gelombang tersebut akan diubah menjadi nilai RGB, kemudian nilai RGB tersebut akan diubah menjadi temperatur. Metode perancangan sensor serat optik yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen, yaitu: - memanaskan ujung inti serat optik dengan alat penyambung analitik sehingga diperoleh bentuk bulat dan oval pada ujung serat optik. - mengupas jaket antara dua ujung serat optik dan melapisi serat optik dengan pelat [2].

Serat optik terdiri dari tiga bagian yaitu core, cladding, dan coating sesuai Gambar 1. Ciri-ciri dari tiap bagian tersebut adalah sebagai berikut [4]:



Gambar 1. Bagian Fiber Optik

Core (Inti), terbuat dari bahan kuarsa dengan kualitas sangat tinggi. Merupakan bagian utama dari seraoptik karena perambatan cahayasebenarnya terjadi pada bagian ini.

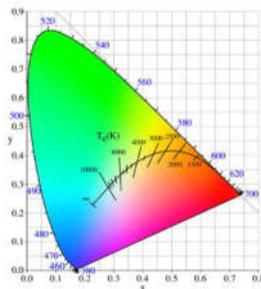
Memiliki diameter 2 μm ~ 125 μm. ukuran core sangat mempengaruhi karakteristik serat optik.

Cladding (Selimut), terbuat dari bahan gelas dengan indeks bias lebih kecil dari core. Merupakan selubung dari core. Hubungan indeks bias antara core dan cladding akan mempengaruhi perambatan cahaya pada core (mempengaruhi besarnya sudut kritis). Memiliki diameter 5 ~ 250 μm.

Coating (Jaket) Terbuat dari bahan plastik, dan berfungsi untuk melindungi serat optik dari kerusakan

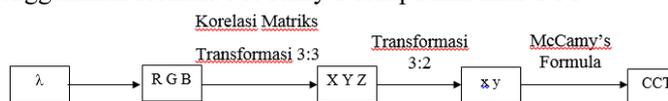
Color Temperature (CCT), diukur dalam satuan derajat Kelvin (°K) [4]. Pada penelitian sebelumnya menggunakan media fiber optik /berdasarkan nilai panjang gelombang. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran suhu menggunakan media berupa fiber optic dengan melihat panjang gelombang yang terukur ketika serat optic di panaskan menggunakan perantara aluminium sebagai sensor panas. Dimana suhu yang akan digunakan mulai dari suhu ruang hingga 270°C [1].

Suhu warna telah digunakan sebagai matrix untuk mengkarakteristik sumber cahaya pita lebar. Suhu warna diukur dalam derajat Kelvin (°K). Untuk sumber cahaya pita lebar yang tidak menghasilkan cahaya dari elemen yang dipanaskan, suhu warnanya dapat dikarakterisasikan oleh *Correlated Color Temperature* (CCT), yang juga diukur dalam derajat Kelvin (°K). CCT didefinisikan sebagai suhu radiator blackbody yang titik kromatisitasnya paling dekat dengan titik kromatisitas sumber cahaya non-planckian. Lokasi Planckian, ditunjukkan pada Gambar 2, yang mungkin mewakili semua suhu warna. Ini mengikuti warna radiator planckian karena dipanaskan mulai kurang dari 2.000 K sampai sekitar 10.000K.



Gambar 2. Spektrum CCT

Untuk memperoleh nilai CCT, pertama mencari nilai panjang gelombang melalui pengukuran, setelah nilai panjang gelombang didapatkan, ubah nilai panjang gelombang menjadi nilai RGB, selanjutnya dengan menggunakan persamaan korelasi matriks transformasi 3 dimensi RGB diubah menjadi nilai XYZ, setelah XYZ ditemukan, transformasi 3 dimensi diproses menjadi transformasi 2 dimensi sesuai dengan persamaan yang ada, setelah nilai xy diperoleh dengan menggunakan formula McCamy's didapatkan nilai CCT.



Gambar 3. Konversi CCT

Berdasarkan Gambar 3 untuk mendapatkan perhitungan CCT maka yang harus dilakukan adalah melakukan

perhitungan sebanyak 4 tahapan. Berikut ini adalah tahapan-tahapannya:

1. Konversi Panjang Gelombang ke RGB

Nilai panjang gelombang dapat di konversi ke nilai RGB sebagai berikut :

$$R = e^{-\left(\frac{\lambda - 850 + 650}{850 - 650}\right)^2} \tag{1}$$

$$G = e^{-\left(\frac{\lambda - 790 + 630}{790 - 630}\right)^2} \tag{2}$$

$$B = e^{-\left(\frac{\lambda - 620 + 500}{620 - 500}\right)^2} \tag{3}$$

2. Konversi RGB ke XYZ

Berdasarkan koordinat kromatisitas dari sistem RGB (x_r, y_r), (x_g, y_g), (x_b, y_b), berikut ini metode untuk perhitungan matriks 3x3 untuk konversi RGB ke XYZ yang merupakan representasi sumbu 3D yang dinyatakan dalam persamaan (4) [7], sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = [M] \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \tag{4}$$

Dari persamaan matriks di atas didapatkan nilai persamaan [7] sebagai berikut :

$$X = (-0.14282 \times R) + (1.54924 \times G) + (-0.95641 \times B) \tag{5}$$

$$Y = (-0.32466 \times R) + (1.57837 \times G) + (-0.73191 \times B) \tag{6}$$

$$Z = (-0.84379 \times R) + (0.68857 \times G) + (0.71432 \times B) \tag{7}$$

Keterangan:

X = Nilai tristimulus X

Y = Nilai tristimulus Y

Z = Nilai tristimulus Z

3. Konversi XYZ ke xy

Begitu nilai tristimulus ditentukan, koordinat kromatisitas dapat dihitung dalam domain x dan y. Persamaannya [7] adalah sebagai berikut :

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \tag{8}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \tag{9}$$

Keterangan:

x = Koordinat kromatisitas secara horizontal

y = Koordinat kromatisitas secara vertical

4. Konversi xy ke CCT

Sebelum melakukan perhitungan nilai CCT, dicari terlebih dahulu faktor pengali nilai n berdasarkan representasi dari x dan y dengan persamaan sebagai berikut [7]

$$n = \frac{(x - 0,3320)}{(0,1858 - y)} \tag{10}$$

Dengan nilai n yang didapatkan pada persamaan (10) maka persamaan untuk nilai CCT [1] adalah sebagai berikut:

$$CCT = 449n^3 + 3525n^2 + 6823,3n + 3707,33 \tag{11}$$

Keterangan:

n = nilai faktor pengali untuk CCT

CCT = Korelasi warna suhu (°K)

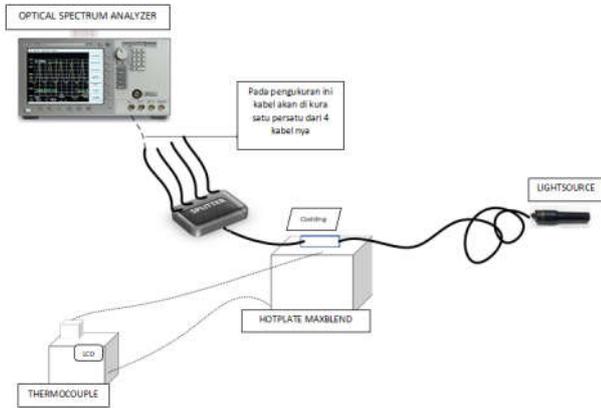
Spektrum cahaya dinyatakan dalam panjang gelombang dan bukannya frekuensi, tetapi keduanya dihubungkan oleh persamaan

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (14)$$

Dengan:

- f = frekuensi (Hz)
- c = Kecepatan Cahaya = 3×10^8 m
- λ = Panjang Gelombang (m)

II. METODE



Gambar 4. Set up penelitian

Pada perencanaan alat uji pengukuran suhu terdapat laser yang akan digunakan sebagai sumber cahaya. Dimana cahaya yang dihasilkan oleh laser akan ditransmisikan melalui serat optik, cahaya yang berada dalam fiber optik akan sulit keluar karena indeks bias dari kaca pada bahan fiber optik lebih besar dibandingkan indeks bias dari udara. Laser ini memiliki spektrum yang sangat sempit dan terdiri dari media aktif yang dapat menyediakan amplifikasi optik dan resonator optik yang memberikan umpan balik optik yang diperlukan. Lalu pada bagian tengah fiber optik dilakukan pengelupasan hingga menyisakan *cladding*, lalu dilakukan pemanasan menggunakan bantuan *Hotplate* yang di *clamp* diantara sisi kiri dan sisi kanan *cladding*. Kemudian akan dilakukan pengukuran dimana pemanasan dimulai dari suhu ruang 270 derajat celcius hingga 400 derajat celcius dengan jarak 10 derajat celcius, dengan bantuan alat ukur berupa *Optical Spectrum Analyzer* yang akan mengukur nilai λ .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil ini hasil panjang gelombang gelombang menggunakan OSA:

TABEL I
NILAI PANJANG GELOMBANG

No	Suhu (°C)	λ (nm)			
		Output 1	Output 2	Output 3	Output 4
1	270°	1308,41	1308,4	1308,42	1308,4
2	280°	1308,68	1308,63	1308,7	1308,66
3	290°	1308,89	1308,9	1308,92	1308,91
4	300°	1309,1	1309,15	1309,14	1309,15
5	310°	1309,4	1309,42	1309,39	1309,42
6	320°	1309,65	1309,66	1309,68	1309,67
7	330°	1309,93	1309,89	1309,92	1309,93
8	340°	1310,16	1310,14	1310,15	1310,17

9	350°	1310,4	1310,42	1310,41	1310,44
10	360°	1310,7	1310,69	1310,71	1310,7
11	370°	1310,91	1310,94	1310,9	1310,95
12	380°	1311,2	1311,22	1311,21	1311,22
13	390°	1311,49	1311,5	1311,49	1311,51
14	400°	1311,73	1311,7	1311,72	1311,74

A. Perhitungan λ ke nilai RGB

1) Splitter 1

Diberikan suhu 270°C menggunakan kabel *fiber optik* yang *di splitter* dengan nilai panjang gelombang 1308.41 nm, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$R = e^{-\left(\frac{1308,41 - \frac{850+650}{2}}{850-650}\right)^2} = 36.46 \text{ nm}$$

$$G = e^{-\left(\frac{1308,41 - \frac{790+630}{2}}{790-630}\right)^2} = 7.75 \text{ nm}$$

$$B = e^{-\left(\frac{1308,41 - \frac{620+500}{2}}{620-500}\right)^2} = 0.015 \text{ nm}$$

2) Splitter 2

Diberikan suhu 270°C menggunakan kabel *fiber optik* yang *di splitter* dengan nilai panjang gelombang 1308.4 nm, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$R = e^{-\left(\frac{1308,4 - \frac{850+650}{2}}{850-650}\right)^2} = 36.46 \text{ nm}$$

$$G = e^{-\left(\frac{1308,4 - \frac{790+630}{2}}{790-630}\right)^2} = 7.75 \text{ nm}$$

$$B = e^{-\left(\frac{1308,4 - \frac{620+500}{2}}{620-500}\right)^2} = 0.015 \text{ nm}$$

3) Splitter 3

Diberikan suhu 270°C menggunakan kabel *fiber optik* yang *di splitter* dengan nilai panjang gelombang 1308.42 nm, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$R = e^{-\left(\frac{1308,42 - \frac{850+650}{2}}{850-650}\right)^2} = 36.46 \text{ nm}$$

$$G = e^{-\left(\frac{1308,42 - \frac{790+630}{2}}{790-630}\right)^2} = 7.75 \text{ nm}$$

$$B = e^{-\left(\frac{1308,42 - \frac{620+500}{2}}{620-500}\right)^2} = 0.15 \text{ nm}$$

4) Splitter 4

Diberikan suhu 270°C menggunakan kabel *fiber optik* yang *di splitter* dengan nilai panjang gelombang 1308.4 nm, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$R = e^{-\left(\frac{1308,4 - \frac{850+650}{2}}{850-650}\right)^2} = 36.46 \text{ nm}$$

$$G = e^{-\left(\frac{1308,4 - \frac{790+630}{2}}{790-630}\right)^2} = 7.75 \text{ nm}$$

$$B = e^{-\left(\frac{1308,4 - \frac{620+500}{2}}{\frac{620-500}{2}}\right)^2} = 0.015 \text{ nm}$$

B. Perhitungan Nilai RGB ke XYZ

1) Splitter 1

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308,41 kabel *fiber optic splitter 1* dengan nilai RGB yang didapat, maka perhitungannya untuk XYZ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X &= (-0.14282)(36,4628) + (1.54924)(7,7536) \\ &\quad + (-0.95641)(0,0153) = 6,79 \\ Y &= (-0.32466)(36,4628) + (1.57837)(7,7536) \\ &\quad + (-0.73191)(0,0153) = 0,3889 \\ Z &= (-0.84379)(36,4628) + (0.68857)(10,24) \\ &\quad + (0.71432)(0,0153) = -25,4171 \end{aligned}$$

2) Splitter 2

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308.4 kabel *Fiber Optik splitter* dengan nilai RGB yang didapat maka perhitungannya untuk XYZ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X &= (-0.14282)(36,4653) + (1.54924)(7,7545) \\ &\quad + (-0.95641)(0,0153) = 6,791 \\ Y &= (-0.32466)(36,4653) + (1.57837)(7,7545) \\ &\quad + (-0.73191)(0,02785) = 0,3895 \\ Z &= (-0.84379)(36,4653) + (0.68857)(7,7545) \\ &\quad + (0.71432)(0,0153) = -25,4186 \end{aligned}$$

3) Splitter 3

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308.4 kabel *Fiber Optik splitter* dengan nilai RGB yang didapat, maka perhitungannya untuk XYZ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X &= (-0.14282)(36,4602) + (1.54924)(7,7527) \\ &\quad + (-0.95641)(0,0153) = 6,7889 \\ Y &= (-0.32466)(36,4602) + (1.57837)(7,7527) \\ &\quad + (-0.73191)(0,0153) = 0,3883 \\ Z &= (-0.84379)(36,4602) + (0.68857)(7,7527) \\ &\quad + (0.71432)(0,0153) = -25,4155 \end{aligned}$$

4) Splitter 4

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308.4 kabel *Fiber Optik splitter* dengan nilai RGB yang didapat, maka perhitungannya untuk XYZ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X &= (-0.14282)(36,4653) + (1.54924)(7,7545) \\ &\quad + (-0.95641)(0,0153) = 6,791 \\ Y &= (-0.32466)(36,4653) + (1.57837)(7,7545) \\ &\quad + (-0.73191)(0,0153) = 0,3895 \\ Z &= (-0.84379)(36,4653) + (0.68857)(7,7545) \\ &\quad + (0.71432)(0,0153) = -25,4186 \end{aligned}$$

C. Perhitungan Nilai XYZ ke xy

1) Splitter 1

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308.41 kabel *Fiber Optik splitter* dengan nilai XYZ yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x &= \frac{6,79}{(6,79 + 0,3889 + (-25,4171))} = -0,3723 \\ y &= \frac{0,3889}{(6,79 + 0,3889 + (-25,4171))} = -0,0213 \end{aligned}$$

2) Splitter 2

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308.4 kabel *Fiber Optik splitter* dengan nilai XYZ yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x &= \frac{6,791}{(6,791 + 0,3895 + (-25,4186))} = -0,3724 \\ y &= \frac{0,3895}{(6,791 + 0,3895 + (-25,4186))} = -0,0214 \end{aligned}$$

3) Splitter 3

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308.42 kabel *Fiber Optik splitter* dengan nilai XYZ yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x &= \frac{6,7889}{(6,7889 + 0,3883 + (-25,4155))} = -0,3722 \\ y &= \frac{0,3883}{(6,7889 + 0,3883 + (-25,4155))} = -0,0213 \end{aligned}$$

4) Splitter 4

Untuk suhu 270 °C yang memiliki panjang gelombang 1308.4 kabel *Fiber Optik splitter* dengan an nilai XYZ yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x &= \frac{6,791}{(6,791 + 0,3895 + (-25,4186))} = -0,3724 \\ y &= \frac{0,3895}{(6,791 + 0,3895 + (-25,4186))} = -0,0214 \end{aligned}$$

D. Perhitungan Nilai xy ke n

1) Splitter 1

Untuk suhu 270°C yang memiliki panjang gelombang 1308.4 nm kabel singlemode dengan nilai xy yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{(-0,3723 - 0,3320)}{(0,1858 - (-0,0213))} = -3,4004$$

2) Splitter 2

Untuk suhu 270°C yang memiliki panjang gelombang 1308,4 nm kabel singlemode dengan nilai xy yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{(-0,3724 - 0,3320)}{(0,1858 - (-0,0214))} = -3,4001$$

3) Splitter 3

Untuk suhu 270°C yang memiliki panjang gelombang 1308,4 nm kabel singlemode dengan nilai xy yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{(-0,3722 - 0,3320)}{(0,1858 - (-0,0213))} = -3,4006$$

4) Splitter 4

Untuk suhu 270°C yang memiliki panjang gelombang 1308,4 nm kabel singlemode dengan nilai xy yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{(-0,3724 - 0,3320)}{(0,1858 - (-0,0214))} = -3,4001$$

E. Perhitungan Nilai n ke CCT

1) Splitter 1

Persamaan CCT untuk perhitungan suhu 270°C kabel singlemode yang memiliki faktor pengali n = -3,4004 yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$CCT = 449 (- 3,4004)3 + 3525(-3,4004)2 + 6823,3(-3,4004) + 624.13 = 543.950 \text{ } ^\circ K$$

lalu CCT di konversikan ke Celcius

$$Celsius = CCT - 273$$

$$Celsius = 543.950 - 273 = 270,95 \text{ } ^\circ C$$

TABEL II
HASIL PERHITUNGAN CCT, CELCIUS DAN ERROR PADA SPLITTER 1

No	Suhu Terukur (°C)	λ (nm) Output1	CCT (k)	Celsius	error
1	270°	1308,41	543.950	270,95	0,35185185
2	280°	1308,68	554.762	282	0,62857143
3	290°	1308,89	563.126	290	0,04137931
4	300°	1309,1	573.028	300,02	0,00666667
5	310°	1309,4	583.263	310,26	0,08387097
6	320°	1309,65	593.821	321	0,25625
7	330°	1309,93	604.305	331	0,39393939
8	340°	1310,16	613.561	341	0,16470588
9	350°	1310,4	623.519	351	0,14571429
10	360°	1310,7	634.16	361	0,32222222
11	370°	1310,91	643.211	370	0,05675676
12	380°	1311,2	653.314	380,31	0,08157895
13	390°	1311,49	664.808	391,8	0,46153846
14	400°	1311,73	674	401	0,2475
Rata-Rata					0,19

2) Splitter 2

Persamaan CCT untuk perhitungan suhu 270°C kabel singlemode yang memiliki faktor pengali n = - 3,4001 yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$CCT = 449 (- 3,4001)3 + 3525(-3,4001)2 + 6823,3(-3,4001) + 624.13 = 543.549 \text{ } ^\circ K$$

lalu CCT di konversikan ke Celcius

$$Celsius = CCT - 273$$

$$Celsius = 543.549 - 273 = 271 \text{ } ^\circ C$$

TABEL III
HASIL PERHITUNGAN CCT, CELCIUS DAN ERROR PADA SPLITTER 2

No	Suhu Terukur (°C)	λ (nm) Output 2	CCT (k)	Celsius	error
1	270°	1308,4	543.549	271	0,2
2	280°	1308,63	553.964	280,96	0,34285714
3	290°	1308,9	563.523	290,52	0,17931034
4	300°	1309,15	573.028	300,02	0,00666667
5	310°	1309,42	584.047	311	0,33548387
6	320°	1309,66	593.432	320,43	0,134375
7	330°	1309,89	603.531	330,53	0,16060606
8	340°	1310,14	613.177	340,17	0,05
9	350°	1310,42	624.282	351,28	0,36571429
10	360°	1310,69	634.917	361,91	0,53055556
11	370°	1310,94	643.962	370,96	0,25945946
12	380°	1311,22	654.431	381	0,37631579
13	390°	1311,5	664.439	391	0,36666667
14	400°	1311,7	675.089	402,08	0,52
Rata-Rata					0,27

3) Splitter 3

Persamaan CCT untuk perhitungan suhu 270°C kabel singlemode yang memiliki faktor pengali n = -3,4006 yang didapat maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$CCT = 449 (- 3,4006)3 + 3525(-3,4006)2 + 6823,3(-3,4006) + 624.1 = 543.950 \text{ } ^\circ K$$

lalu CCT di konversikan ke Celcius

$$Celsius = CCT - 273$$

$$Celsius = 543.950 - 273 = 270,95 \text{ } ^\circ C$$

TABEL IV
HASIL PERHITUNGAN CCT, CELCIUS DAN ERROR PADA SPLITTER 3

No	Suhu Terukur (°C)	λ (nm) Output 3	CCT (k)	Celsius	error
1	270°	1308,42	543.950	270,95	0,35185185
2	280°	1308,7	553.964	280,96	0,34285714
3	290°	1308,92	563.523	290,52	0,17931034
4	300°	1309,14	573.028	300,02	0,00666667
5	310°	1309,39	584.047	311	0,33548387
6	320°	1309,68	593.432	320,43	0,134375
7	330°	1309,92	604.305	331	0,39393939
8	340°	1310,15	613.177	340,17	0,05
9	350°	1310,41	623.519	351	0,14571429
10	360°	1310,71	634.917	361,91	0,53055556
11	370°	1310,9	643.211	370	0,05675676
12	380°	1311,21	654.431	381	0,37631579
13	390°	1311,49	664.808	391,8	0,46153846
14	400°	1311,72	675.089	402,08	0,52
Rata-Rata					0,27

4) Splitter 4

Persamaan CCT untuk perhitungan suhu 270°C kabel singlemode yang memiliki faktor pengali $n = -3,4001$ yang didapat, maka perhitungannya menggunakan matlab adalah sebagai berikut:

$$CCT = 449(-3,4001)^3 + 3525(-3,4001)^2 + 6823,3(-3,4001) + 624.13 = 543.549 \text{ } ^\circ K$$

lalu CCT di konversikan ke Celcius

$$Celsius = CCT - 273$$

$$Celsius = 543.549 - 273 = 271 \text{ } ^\circ K$$

TABEL V
HASIL PERHITUNGAN CCT, CELCIUS DAN ERROR PADA SPLITTER 4

No	Suhu Terukur (°C)	$\frac{\lambda \text{ (nm)}}{\text{Output 4}}$	CCT (k)	Celcius	error
1	270°	1308,4	543.549	271	0,2
2	280°	1308,66	554.762	282	0,62857143
3	290°	1308,91	563.126	290	0,04137931
4	300°	1309,15	573.028	300,02	0,00666667
5	310°	1309,42	584.047	311	0,33548387
6	320°	1309,67	593.432	320,43	0,134375
7	330°	1309,93	604.305	331	0,39393939
8	340°	1310,17	613.561	341	0,16470588
9	350°	1310,44	624.282	351,28	0,36571429
10	360°	1310,7	634.917	361,91	0,53055556
11	370°	1310,95	643.211	370	0,05675676
12	380°	1311,22	654.431	381	0,37631579
13	390°	1311,51	664.439	391	0,36666667
14	400°	1311,74	675.089	402,08	0,52
Rata-Rata					0,29

IV. KESIMPULAN

Nilai suhu diperoleh dengan mendapatkan nilai panjang gelombang dari alat ukur Optical Spectrum Analyzer. Nilai panjang gelombang di konversikan menggunakan persamaan sesuai teori sehingga mendapatkan nilai RGB. Nilai RGB di korelasikan menggunakan tranformasi matriks sesuai dengan koordinat kromatisitas XYZ. Nilai XYZ di transformasikan menjadi nilai xy. Sebelum mendapatkan nilai CCT dengan satuan kelvin (°K) terlebih dahulu mencari nilai faktor pengali n, setelah mendapatkan nilai n masukan nilai kedalam persamaan sehingga menghasilkan nilai CCT dengan satuan kelvin (°K) lalu diubah kedalam satuan celcius (°C).

Variasi suhu yang diberikan menghasilkan kesimpulan bahwa semakin besar suhu yang diberikan, semakin jauh pergeseran panjang gelombang dan semakin kecil juga frekuensi yang dihasilkan. Panjang gelombang yang dihasilkan pada kabel fiber optic splitter 1 sampai dengan kabel fiber optic splitter 4 mempunyai nilai Panjang gelombang yang hampir sama mulai dari suhu 270°C- 400°C. perbedaan terjadi saat kabel sebelum di splitter dan setelah di splitter.

Pengaruh suhu terhadap frekuensi dengan variasi temperatur yang diberikan menghasilkan kesimpulan bahwa semakin besar temperatur yang diberikan, maka semakin besar juga rugi – rugi daya yang dihasilkan. Begitu pula semakin besar

temperatur maka, semakin jauh pergeseran panjang gelombang dan semakin kecil juga frekuensi yang dihasilkan.

REFERENSI

- [1] Alisha Gita.G, Yoyok Heru.P.I, Waluyo (2019). Pengukuran Suhu Menggunakan Media Fiber Optik Berdasarkan Nilai Panjang Gelombang. Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang.
- [2] Yoyok Heru. P.I, MN Zakaria, M Junus, MA Anshori dan A Aisah (2020). Optical fiber temperature sensor design. Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
- [3] Arya Riskiananto, Rachmat Saptono, Yoyok Heru.P.I (2019). Analisi Frekuensi Pada Media Fiber Optik Singlemode dan Multimode terhadap pengaruh Temperatur. Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang.
- [4] Nilfa, sholeh, & sapriesty. (2015). Pengaruh Temperatur Terhadap Kinerja Plastic Optical Fiber (POF) Jenis Step Index Multimode Pada Sistem Komunikasi Serat Optik. Electro, 6.
- [5] Juan-Sebastián B.V, Francisco-Eugenio L.G, Jesús-Francisco V.B, (2015). Calibration method for Correlated Color Temperature (CCT) measurement using RGB color sensors. Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, Medellín, Colombia.
- [6] Mushtaque, A., Waqas, A., Mushtaq, Z., Memo, A. A., & Chowdry, B. S. (2015). Loss Analysis in Optical Fibe Transmission. Sir Syed University Research Journal Of Engineering and Technology, V(1), 5-9
- [7] Smith, J., (2009). Calculating Color Temperature and Illuminance using the TAO TCS3414CS Digital Color Sensor. Texas Advanced Optoelectronic Solutions
- [8] William, J. Thomes, Jr.a, Richard F. Chuskaa, Melanie N. Ottb, Frank V. LaRoccaa. (2008). Fiber optic cable thermal preparation to ensure stable operation Greenbelt, MD, USA 2077