

ANALISIS PENGARUH RISE TIME PADA LINE CODING RZ DAN NRZ PADA JARINGAN OPTIK

Perdana A. H. Sinaga¹, Pande Ketut Sudiarta², Ni Nyoman Ayu Sumariiantini³

^{1,3}Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran

sinaga.2205541136@student.unud.ac.id, sudiarta@unud.ac.id,

sumariiantini.2205541044@student.unud.ac.id

ABSTRAK

Line Coding adalah proses mengubah data digital menjadi sinyal listrik sehingga dapat ditransmisikan dalam jaringan serat optik. Line Coding yang sering digunakan adalah NRZ dan RZ. Karakteristiknya ditentukan oleh pemilihan Rectangular shape, Amplitude, Bias, Position. Rise time didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan sinyal untuk berubah dari 10% hingga 90% dari nilai maksimum. Dalam penelitian ini, pengaruh peningkatan rise time pada line coding RZ dan NRZ diujikan, hasilnya mengamati perubahan nilai Q Factor dan BER. Pengujian dimulai dari 0,05 bit dengan peningkatan 0,05 hingga mencapai nilai 1 bit. Hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan bentuk sinyal dari bentuk ideal pada rise time 0,05 bit menjadi bentuk tidak ideal pada nilai 1 bit. Line Coding RZ tidak menunjukkan perubahan signifikan pada Q-Faktor dan BER akibat perubahan nilai rise time, tetapi line coding NRZ menunjukkan penurunan Q-Faktor sebesar 10,57% dan BER sebesar 80,9%.

Kata kunci : line coding, rise time, BER, Q-Factor, Fiber

ABSTRACT

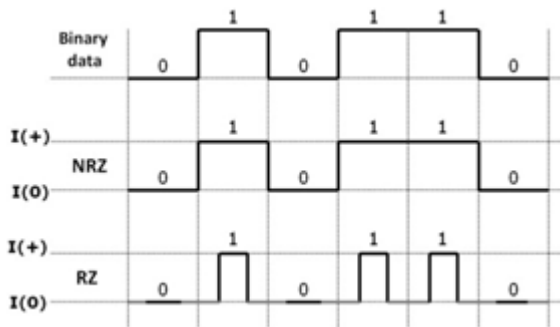
Line coding is a process of converting digital data into electrical signals so that they can be transmitted in a fiber optic network. Commonly used line coding is NRZ and RZ. Line coding characteristics are determined by the selection of Rectangular shape, Amplitude, Bias, Position, Rise Time and Fall time. The rise time of a signal is defined as the time required for the signal to change from 10% to 90% of the maximum value. In this study, the effect of increasing the rise time value on RZ and NRZ line coding was observed compared to Q Factor and BER. The rise time value starts from 0.05 bits with an increase of 0.05 until it reaches a value of 1 bit. The results obtained show a change in the signal shape from the ideal form at a rise time of 0.05 bits to a non-ideal form at a value of 1 bit. RZ line coding shows no significant change in Q Factor and BER from changes in rise time values, but NRZ line coding shows a decrease in Q Factor by 10.57% and BER by 80.9%.

Key Words : line coding, rise time, BER, Q-Factor, Fiber

1. PENDAHULUAN

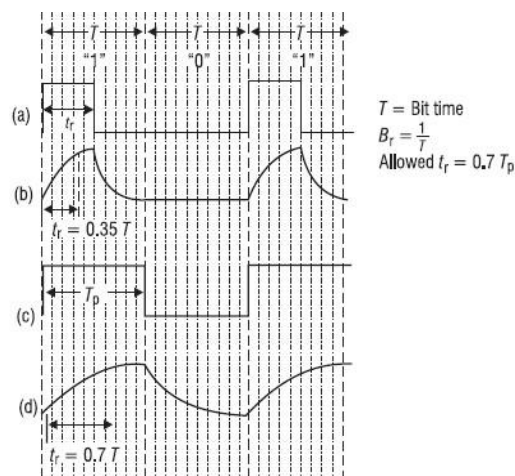
Jaringan serat optik merupakan infrastruktur utama jaringan telekomunikasi saat ini [1]. Serat optik mampu menyediakan layanan jaringan telekomunikasi jarak jauh, bandwidth tinggi, dan kualitas yang lebih baik dibandingkan transmisi menggunakan media transmisi nirkabel [2]. Agar data digital dapat ditransmisikan melalui jaringan serat optik, diperlukan Line Coding [3]. [4] Jenis Line Coding yang umum digunakan

dalam jaringan optik adalah Return to Zero (RZ) dan Non Return to Zero (NRZ). Seperti yang tersirat dari istilahnya, RZ berarti setiap bit yang dihasilkan akan kembali ke posisi 0 meskipun terdapat bit 1 yang berurutan, sebaliknya NRZ tidak akan kembali ke posisi 0 ketika terdapat bit 1 yang berurutan. Ilustrasi perbandingan bentuk sinyal RZ dan NRZ dapat dilihat pada Gambar 1. [4].



Gambar 1. Perbandingan Line Coding RZ dan NRZ [4].

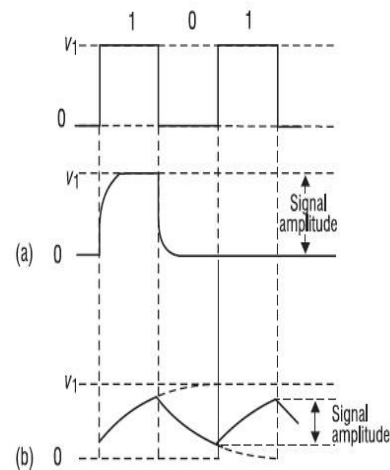
Karakteristik internal Line Coding dipengaruhi oleh pemilihan Rectangular shape, Amplitude, Bias, Position [5]. Rise time sinyal didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan sinyal untuk berubah dari 10% menjadi 90% [6][7]. Nilai rise time akan memengaruhi kualitas jaringan optik [8][9]. Pengukuran kualitas layanan serat optik mencakup Q-Faktor [10]. Kualitas Layanan Serat Optik juga melihat laju kesalahan bit atau Bit Error Rate (BER) [11]. Gambar 2 menunjukkan transmisi pulsa (a) RZ dan (c) NRZ dan pengaruh rise time sistem pada format (b) RZ dan (d) NRZ [12].



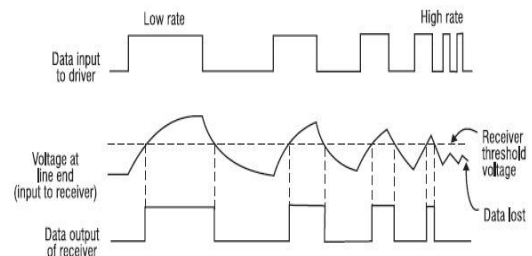
Gambar 2. Effect Rise Time pada Format RZ dan NRZ [12]

Rise time adalah metode untuk menentukan batas dispersi tautan serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisis sistem transmisi digital. Tujuan metode ini adalah untuk menganalisis apakah kinerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan

mampu memenuhi kapasitas saluran yang diinginkan [11]. Simulator optisystem dari optiwave mampu mensimulasikan variabel internal dalam pengkodean saluran termasuk rise time [13]. Hubungan antara perubahan rise time dan kualitas layanan dapat disimulasikan menggunakan optisystem. Sinyal yang ditunjukkan pada Gambar 3(a) mewakili sinyal dengan waktu naik yang memadai. Meskipun pulsa agak membulat di tepinya, sinyal masih dapat dideteksi. Namun, pada Gambar 3(b), sinyal yang ditransmisikan membutuhkan waktu terlalu lama untuk merespons sinyal masukan. Efeknya adalah tumpang tindih, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, di mana pada kecepatan data tinggi, batas waktu naik menyebabkan data terdistorsi dan hilang.



Gambar 3. Effect rise time (a) Short rise time (b) Long rise time [14]

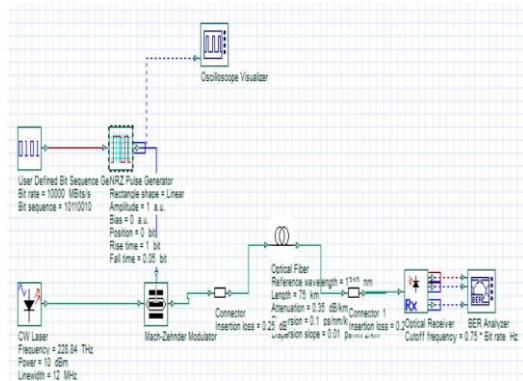


Gambar 4. Distorsi data bit pada variasi data rate [14]

2. METODOLOGI PENELITIAN

Skenario pengujian untuk pengaruh perubahan nilai waktu naik terhadap kualitas

layanan serat optik ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skenario simulasi untuk menguji pengaruh waktu naik (rise time) terhadap kualitas jaringan { Dokumen pribadi }

Tabel 1 menunjukkan parameter simulasi untuk pengkodean garis RZ dan NRZ.

TEBEL 1. Parameter Simulasi Line Coding RZ dan NRZ

Parameter	Nilai
G	
Bit rate	10000000000 Hz
Sequence length	128 bits
Samples per bit	64
Number of samples	8192
T	
Bit rate	10 Gbps
Bit sequence	10110010
Rise time	1 bit
Fall time	0.05 bit
Power laser	10 dBm
Frekuensi	228.84 Thz
C	
Wavelength	1310 nm
Length	75 km
Connector loss	0.25 dB
R	
Photodetector	PIN
Responsivity	1 A/W
Dark current	10 nA

Simulasi menggunakan Simulator Optisystem, dengan variabel seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Pulsa generator

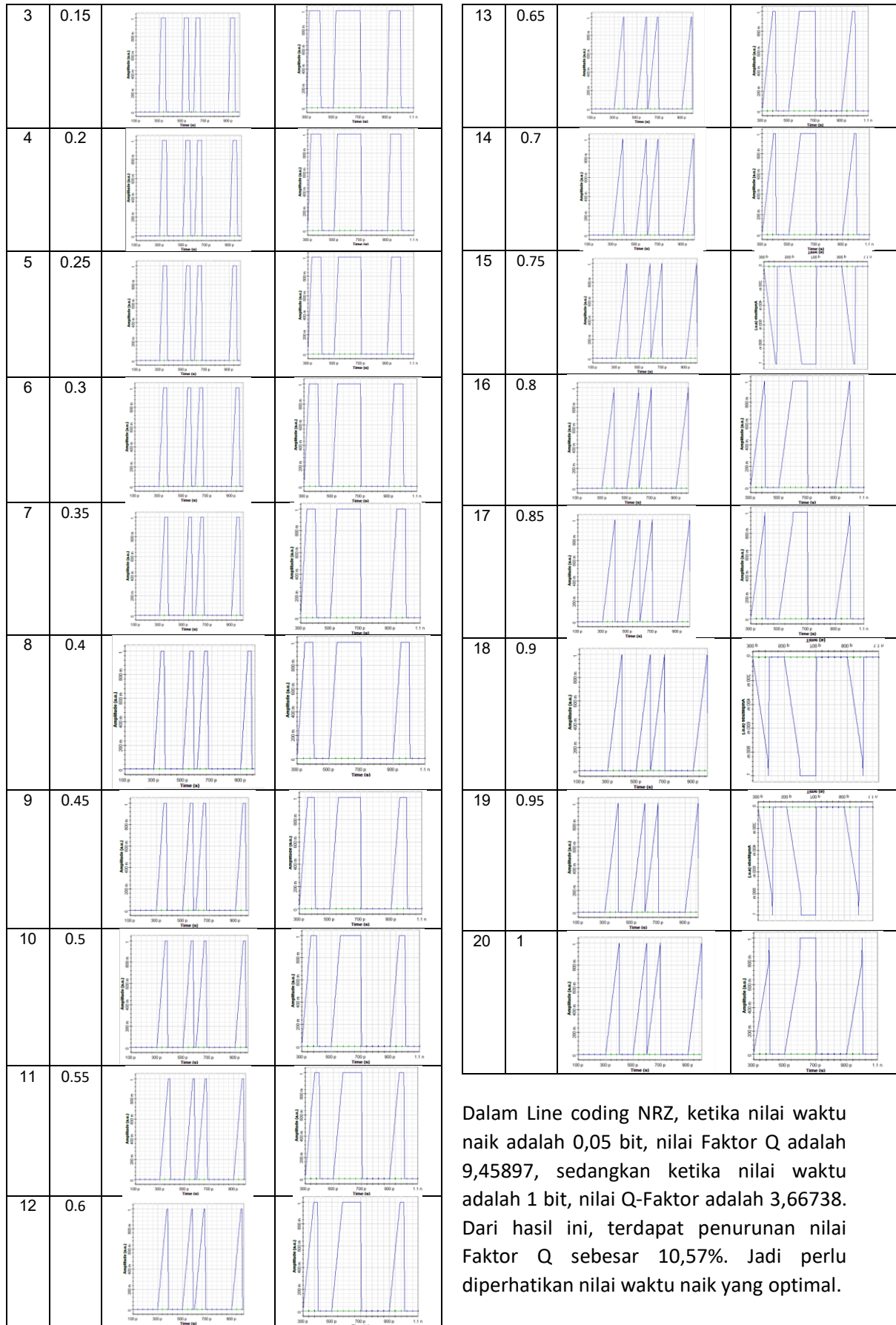
diuji menggunakan pengkodean garis RZ dan NRZ. Pembawa menggunakan Laser CW dan Modulator Mach Zender. Nilai waktu naik diubah mulai dari 0,05 dengan peningkatan 0,05. Pengkodean garis yang digunakan adalah RZ dan NRZ. Bentuk sinyal dari setiap perubahan nilai waktu naik ditampilkan dengan osiloskop. Diukur pada jarak 75 km, kualitas layanan pengkodean garis RZ dan NRZ diukur menggunakan BER Analyzer. Setiap perubahan waktu naik diukur dengan Q-Factor dan BER.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 menunjukkan bentuk sinyal sesuai dengan bit pada waktu naik yang ditetapkan. Dimulai dari 0,05 dengan peningkatan 0,05 hingga nilai 1 untuk pengkodean saluran RZ dan NRZ. Pada nilai 0,05, bentuk sinyal masih edial dan seiring dengan peningkatan nilai waktu naik menunjukkan bentuk sinyal yang berubah dari Gambar 6 menunjukkan perubahan nilai waktu naik terhadap kualitas layanan yang dilihat dari nilai Q-Faktor. Untuk pengkodean saluran RZ, perubahan kualitas dari peningkatan nilai rise time tidak menunjukkan hasil yang signifikan meskipun ada penurunan kualitas sejak rise time 0,05. Sedangkan pada pengkodean saluran NRZ, setiap peningkatan nilai rise time akan menurunkan nilai Q-Faktor. Q-Faktor terbaik terjadi pada nilai waktu naik 0,05. Hal ini sesuai dengan bentuk sinyal yang dihasilkan, di mana bentuk awal terjadi pada nilai 0,05.

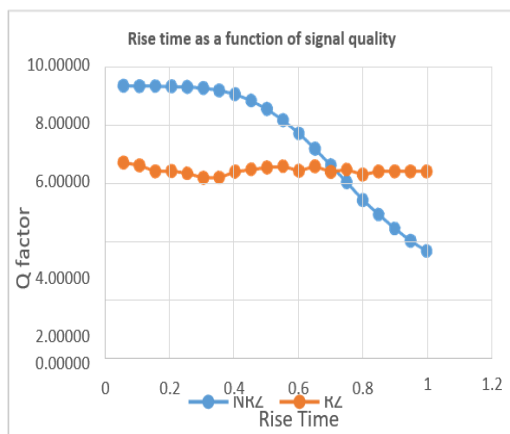
TABEL 2. Bentuk sinyal sesuai perubahan rise time

No	Bit	RZ	NRZ
1	0.05		
2	0.1		

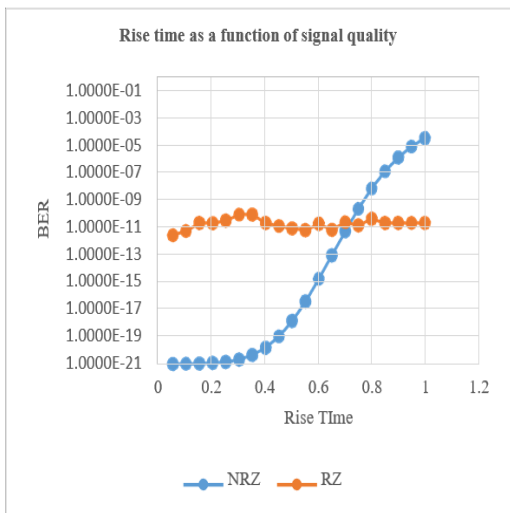


Dalam Line coding NRZ, ketika nilai waktu naik adalah 0,05 bit, nilai Faktor Q adalah 9,45897, sedangkan ketika nilai waktu adalah 1 bit, nilai Q-Faktor adalah 3,66738. Dari hasil ini, terdapat penurunan nilai Faktor Q sebesar 10,57%. Jadi perlu diperhatikan nilai waktu naik yang optimal.

Gambar 7 menunjukkan perbandingan nilai BER dengan perubahan nilai Rise time. Dalam Line Coding RZ, meskipun ada perubahan nilai BER, tren yang muncul cenderung tidak signifikan. Namun, dalam Line Coding NRZ, perubahan nilai Rise Time menghasilkan penurunan nilai BER yang signifikan. Dalam pengujian, penurunan nilai BER dari 10^{-21} ketika nilai waktu naik adalah 0,05 bit menjadi 10^{-3} ketika waktu naik adalah 1 bit. Nilai BER terbaik adalah ketika Rise time memiliki nilai 0,05 bit.



Gambar 6. Rise Time sebagai fungsi dari Q-Faktor dalam Line Coding RZ dan NRZ



Gambar 7. Rise Time sebagai fungsi dari BER dalam Line Coding RZ dan NRZ

4. KESIMPULAN

- Rise time adalah variabel internal dalam pengkodean saluran RZ dan NRZ di mana nilainya akan

mempengaruhi kualitas layanan jaringan serat optik.

- Secara umum, pada Line Coding RZ maupun NRZ, peningkatan nilai Rise time akan menurunkan kualitas layanan.
- Pengkodean saluran NRZ mengalami penurunan kualitas layanan yang signifikan untuk Q-Factor dan BER.
- Perubahan nilai waktu naik BER dari 0,05 bit menjadi 1 bit menunjukkan penurunan nilai BER sebesar 80,9%. Sedangkan Q-Factor dengan peningkatan nilai waktu naik menghasilkan penurunan sebesar 10,57%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Crisp and B. Elliott, "Optical Fiber and Light."
- [2] C. DeCusatis, "Handbook of Fiber Optic Data Communication," *Handb. Fiber Opt. Data Commun.*, 2008, doi: 10.1016/B978-0-12-374216-2.X5001-7.
- [3] G. Keiser, *Fiber Optic Communications*. 2021.
- [4] M. R. Hadisiswoyo, O. N. Samijayani, A. Syahriar, and I. Arifianto, "Simulation of comparison from NRZ and RZ pulse in free space optics with different weather conditions," *Univers. J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 3, 2019, doi: 10.13189/ujeee.2019.060309.
- [5] R. S. Putu Aldha, P. Ketut Sudiarta, and N. Putra Sastra, "Pengembangan modul praktis untuk membandingkan kinerja pengkodean RZ dan NRZ pada jaringan serat optik.," *Pande Ketut Sudiarta*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [6] I. P. Yuda Pramana Putra, P. K. Sudiarta, and G. Sukadarmika, "Studi Perbandingan Jaringan Optik Eksisting dengan Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Kampus Universitas Udayana Bukit Jimbaran," *J. SPEKTRUM*, vol. 5, no. 2, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p06.
- [7] A. Loan, "Line Coding," in *Handbook of Computer Networks*, vol. 1, 2011.

- [8] S. Verma, A. Kakati, Luckysaurabh, and P. Bhulania, "Performance analysis of Q-factor and polarization for GPON network using optisystem," 2017, doi: 10.1109/INCITE.2016.7857605.
- [9] P. Urquhart, "Optical fiber transmission," in *The Cable and Telecommunications Professionals' Reference: Transport Networks*, 2012.
- [10] A. Ludvig-Osipov and B. L. G. Jonsson, "Q-Factor and Bandwidth of Periodic Antenna Arrays over Ground Plane," *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 19, no. 1, pp. 158–162, 2020, doi: 10.1109/LAWP.2019.2956420.
- [11] S. M. J. Alam, M. R. Alam, G. Hu, and M. Z. Mehrab, "Bit Error Rate Optimization in Fiber OpticCommunications," *Int. J. Mach. Learn. Comput.*, 2011, doi: 10.7763/ijmlc.2011.v1.65.
- [12] N. Massa, *Fundamentals of Photonics: Fiber Optic Telecommunication*. 2000.
- [13] A. Vanderka *et al.*, "Testing FSO WDM communication system in simulation software optiwave OptiSystem in different atmospheric environments," *Laser Commun. Propag. through Atmos. Ocean. V*, vol. 9979, p. 997914, 2016, doi: 10.1117/12.2237903.
- [14] N. Massa, "Fiber Optic Telecommunication," in *Fundamentals of Photonics*, 2009.