

## PERANCANGAN JARINGAN FIBER OPTIK DENGAN DWDM MENGUNAKAN APLIKASI OPTISYSTEM DI DAERAH PAGAR DEWA-GRISSIK

Hosea Ismail<sup>1</sup>, Rysman Gyto Sihombing<sup>2</sup>, Melia Sari<sup>3</sup>, Abdul Haris Dalimunthe<sup>4</sup>, Desi Windi Sari<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan  
Corresponding author: [hoseaismail25@gmail.com](mailto:hoseaismail25@gmail.com)

**ABSTRAK:** Jaringan telekomunikasi dengan kecepatan dan kapasitas yang tinggi saat ini sangat diperlukan pada daerah Pagar Dewa sampai Grissik khususnya PT. PGN pada daerah tersebut. Permasalahan pada kecepatan, kapasitas, dan pengiriman informasi pada jaringan telekomunikasi daerah tersebut memerlukan solusi seperti penggunaan fiber optik dan DWDM. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa performa dari rancangan jaringan fiber optik dengan DWDM daerah Pagar Dewa sampai Grissik yang dibuat melalui aplikasi Optisystem. Perancangan dilakukan melalui beberapa prosedur, yaitu menentukan lokasi, pengambilan data, perancangan dan simulasi jaringan menggunakan Optisystem. Perancangan jaringan fiber optik dengan DWDM menggunakan beberapa parameter yang menjadi acuan rancangan tersebut seperti Q factor, BER, OSNR, dan Signal Power. Q factor memperoleh nilai 9,33638, BER mendapat nilai  $4,54189e^{-021}$ , dan Signal Power masing-masing bernilai -30,563 dBm, -1,178 dBm, dan -17,463 dBm. Dari hasil tersebut, disimpulkan bahwa perancangan jaringan fiber optik dengan DWDM telah memenuhi standar dan layak digunakan.

**Kata Kunci:** DWDM, Bit Error Rate, Q Factor, Signal Power, OSNR

**ABSTRACT:** Telecommunications network with high speed and capacity is currently necessary in Pagar Dewa to Grissik, especially PT. PGN in the area. Problems with speed, capacity and information delivery on regional telecommunications networks require solutions such as fiber optics and DWDM. This research aims to analyze the performance of the fiber optic network design with DWDM in Pagar Dewa to Grissik which has been created using the Optisystem application. The design is carried out through several procedures, such as determining the location, data collection, network design and simulation using the Optisystem. Fiber optic network design with DWDM uses several parameters as a reference for the design such as Q factor, BER, OSNR, and Signal Power. Q factor gets a value of 9.33638, BER gets a value of  $4.54189e-021$ , and value of Signal Power are -30.563 dBm, -1.178 dBm, and -17.463 dBm. From these results, it is concluded that the fiber optic network design with DWDM meets the standards and is suitable for use.

**Key words:** DWDM, Bit Error Rate, Q Factor, Signal Power, OSNR

### PENDAHULUAN

Pentingnya teknologi telekomunikasi pada zaman sekarang sudah tidak perlu diragukan lagi. Setiap orang membutuhkan suatu jaringan telekomunikasi yang memiliki kecepatan dan kapasitas tinggi. Kecepatan dan kapasitas yang tinggi tentu akan membuat semua masyarakat dapat saling berbagi informasi dengan cepat. Jaringan telekomunikasi yang cepat akan memberikan banyak manfaat bagi daerah Pagar Dewa sampai Grissik khususnya PT. PGN pada daerah tersebut.

Proses komunikasi daerah Pagar Dewa sampai Grissik saat ini masih memiliki banyak permasalahan dalam segi efisiensi pengiriman informasi, kapasitas, dan kecepatan yang dimiliki. Penggunaan kabel fiber optik dan DWDM dalam jaringan telekomunikasi pada daerah Pagar Dewa sampai Grissik tentu dapat mengatasi permasalahan

tersebut karena fiber optik memiliki kecepatan transfer data tinggi, *bandwidth* yang besar, dan atenuasi kecil.

Penelitian ini bertujuan menganalisa performa dari rancangan jaringan fiber optik dengan DWDM yang telah dibuat menggunakan aplikasi Optisystem mulai dari *transmitter* sampai ke *receiver*. Hasil analisa yang didapat dapat digunakan untuk melihat apakah jaringan fiber optik dengan DWDM yang telah dirancang dapat dikatakan layak dan siap untuk diaplikasikan atau belum.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 1. Fiber Optik

Kemampuan transfer yang sangat cepat pada serat optik disebabkan oleh pemanfaatan gelombang cahaya. Fiber optik merujuk pada serat kaca yang sangat tipis, memiliki inti serat dengan diameter antara 5  $\mu\text{m}$  hingga

200  $\mu\text{m}$ . Teknologi ini digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dalam bentuk laser atau LED dengan bandwidth yang lebar, memungkinkan transmisi jarak jauh. Fleksibilitas, ketahanan terhadap gangguan noise, dan toleransi terhadap perubahan suhu adalah beberapa keunggulan fiber optik. Struktur dasarnya terdiri dari tiga komponen utama: inti (core), lapisan pelindung (cladding), dan lapisan penutup (coating). Inti, terbuat dari kaca murni, berfungsi untuk menghantarkan sinyal cahaya. Lapisan pelindung melindungi inti dan memantulkan cahaya kembali ke dalam inti. Lapisan penutup terbuat dari bahan plastik dan berperan dalam melindungi kekuatan serat serta menjaganya dari kerusakan.

### 2. Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)

Salah satu jenis teknik *multiplexing* pada jaringan optik adalah Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). Teknik *multiplexing* ini memanfaatkan panjang gelombang cahaya yang berbeda-beda dalam proses pengiriman sinyal informasi. Berbagai sinyal informasi dengan panjang gelombang yang berbeda akan ditransmisikan ke multiplexer dan selanjutnya akan ditransmisikan lagi secara simultan dalam sebuah kabel fiber optik tunggal. Demultiplexer akan memecah kembali sinyal informasi yang telah digabungkan multiplexer sebelumnya dan masing-masing informasi akan diteruskan kepada penerimanya.

### 3. Parameter Peformansi

Parameter Peformansi digunakan sebagai pengukur peforma. Parameter yang digunakan biasanya adalah Bit Error Rate (BER), Q-factor, dan Optic Signal to Noise Ratio (OSNR). BER mengukur perbandingan kesalahan bit dengan total bit yang dikirimkan, dengan nilai toleransi umum yang tidak boleh melebihi  $10^{-9}$ . Q-factor adalah ukuran kualitas suatu tautan, di mana nilai Q-factor yang diinginkan adalah  $\geq 6$ , dan berkaitan dengan probabilitas kesalahan pada tautan komunikasi digital. Optic Signal to Noise Ratio (SNR) adalah perbandingan antara daya sinyal dan noise pada titik tertentu, yang menunjukkan seberapa baik sistem bekerja.

### 4. OptiSystem

Simulasi pada rancangan jaringan fiber optik yang telah dibuat dapat dilakukan menggunakan *software Optisystem*. Tampilan *Optisystem* memberi kemudahan pada pengguna karena dilengkapi dengan *layout* dari proyek, model komponen, komponen netlis, tampilan grafik, dan alat ukur. *Software* ini juga dapat menampilkan nilai BER dalam grafik, *Q factor*, dan *eye diagram*. *Optisystem* dapat melakukan desain dan pemodelan dalam bentuk virtual mulai dari jaringan video analog *broadcasting* sampai jaringan *backbone*.

### METODE

### 1. Alur Perancangan

Perancangan penelitian ini melibatkan beberapa tahapan proses untuk menyelesaikannya, yang dapat direpresentasikan pada diagram alur yang ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Alur Perancangan Penelitian

### 2. Penentuan Lokasi Perancangan

Langkah awal dalam menentukan lokasi adalah mengajukan permohonan izin penelitian kepada PT. PGN daerah Pagar Dewa dan Grissik. Lokasi perancangan ditentukan sesuai keputusan yang dikeluarkan pihak perusahaan terkait. Lokasi perancangan terlihat pada Gambar 2.



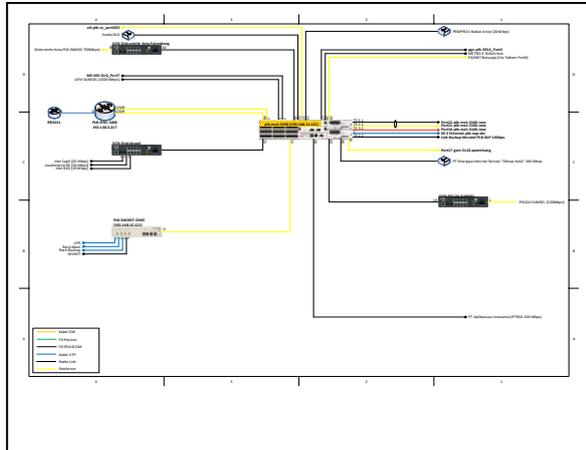
Gambar 2. Lokasi Perancangan Jaringan Fiber Optik

### 3. Pengambilan Data di Lapangan

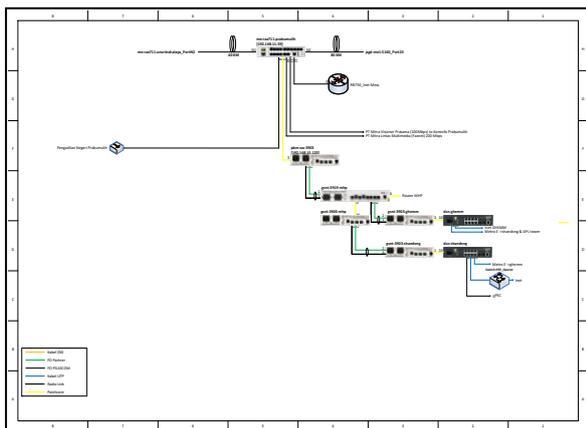
Data yang diperlukan untuk perancangan adalah pengukuran jarak dari POP PGN Pagar Dewa ke Station Grissik. Kemudian, dilakukan pengukuran untuk setiap perangkat yang terlibat.

4. Simulasi Perancangan DWDM Pagar Dewa-Grissik

Proses perancangan dimulai dengan merancang diagram POP dari Pagar Dewa dan Grissik berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan.



Gambar 3. Diagram POP Daerah Grissik



Gambar 4. Diagram POP Daerah Pagar Dewa

Gambar 3 menggambarkan rancangan diagram POP daerah Grissik dan Gambar 4 menggambarkan rancangan diagram POP daerah Pagar Dewa. Perangkat yang digunakan untuk membuat POP dapat terlihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perangkat Dan Komponen POP Daerah Pagar Dewa-Grissik

No.	Perangkat/Komponen	Jumlah
1	Rectifier	1 pcs
2	Controller	1 pcs
3	Module	3 pcs
4	AC	3 pcs
5	FM 200	1 pcs
6	UPS	1 pcs
7	Battery Rectifier	1 pcs

8	APAR	1 pcs
9	Timer AC	1 pcs
10	Switch	1 pcs

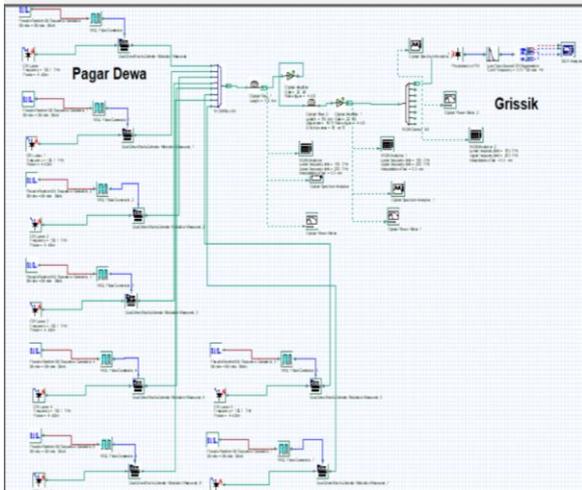
Selanjutnya, hal yang akan dilakukan sebelum memulai perancangan jaringan ini adalah menentukan spesifikasi perangkat jaringan yang akan diatur dalam layout OptiSystem dan parameter yang akan digunakan. Perangkat yang digunakan dalam perancangan ini dapat terlihat pada Tabel 2, dan parameter yang digunakan dapat terlihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Perangkat Dan Komponen Perancangan Jaringan Fiber Optik DWDM Pagar Dewa-Grissik

No.	Perangkat/Komponen	Jumlah
1	Pseudo-Random Bit Sequence Generator	8 pcs
2	CW Laser	8 pcs
3	NRZ Pulse Generator	8 pcs
4	Dual Drive Mach-Zehnder Modulator	8 pcs
5	WDM Mux 8x1	1 pcs
6	Fiber Optik	310 km
7	Optical Amplifier	2 pcs
8	WDM Demux 1x8	1 pcs
9	Photodetector Pin	1 pcs
10	LPF Bessel	1 pcs
11	F3R Regenerator	1 pcs

Tabel 3. Parameter Perancangan Jaringan Fiber Optik DWDM Pagar Dewa-Grissik

No.	Parameter	Nilai
1	Bit Rate (BR)	2.4 Gbps
2	Sensitivity	-100 dBm
3	Wavelength	1550 m
4	Optical Transmit Power	4 dBm
5	Dispersi Material Optik	16.75 ps/nm/km
6	Lebar Spektrum	1 nm
7	Attenuation	0.2 dBm
8	Tipe Modulasi	NRZ
9	Gain Amplifier	20 dB
10	Noise Figure Amplifier	4 dB
11	Frequency	193.1 THz



Gambar 5. Hasil Rancangan Jaringan Fiber Optik DWDM Pagar Dewa-Grissik Menggunakan OptiSystem

Gambar 5 merupakan hasil rancangan yang didapatkan dan langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengambilan beberapa data untuk melihat seberapa baik rancangan yang telah dibuat.

5. Pengolahan Data Hasil Simulasi

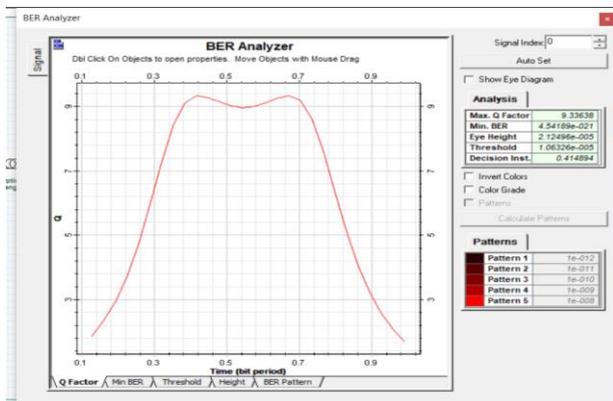
Hasil simulasi yang didapat meliputi Signal Power untuk setiap perangkat yang diukur dengan Optical Power Meter, data nilai Optic Signal to Noise Ratio (OSNR) yang diukur dengan WDM Analyzer, nilai Bit Error Rate dan Q Factor yang diukur dengan BER Analyzer.

6. Analisa, Penarikan Kesimpulan Dan Pembuatan Laporan

Hasil yang didapatkan dari proses simulasi digunakan untuk analisa dan penarikan kesimpulan apakah rancangan yang dibuat sesuai standar kelayakan.

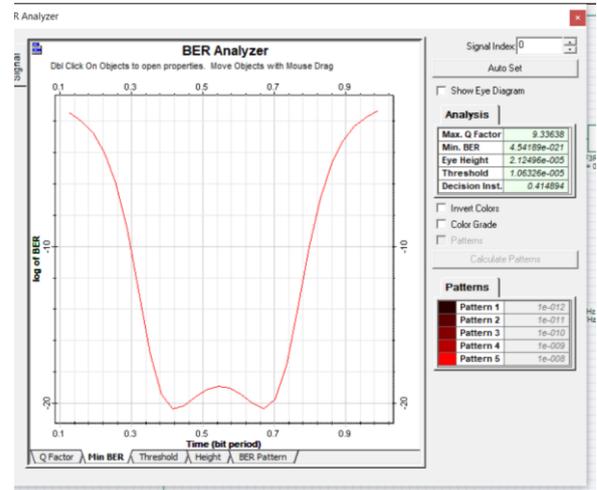
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil



Gambar 6. Hasil Grafik Q Factor Dari Perancangan Pada Optisystem

Q Factor secara singkat adalah sebuah persentase kualitas dan efisiensi sebuah rancangan jaringan optik. Pada Gambar 6 dapat lihat bahwa nilai Q factor memiliki grafik naik pada bit period awal lalu menurun di akhir dengan sedikit penaikan dan penurunan di bit period tengah. Dari simulasi yang dilakukan, didapatkan nilai Q factor sebesar 9,33638.



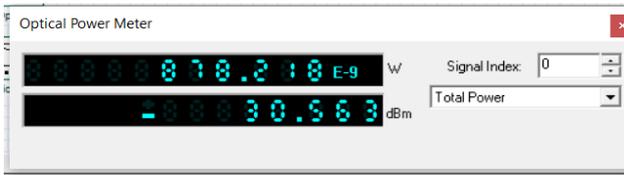
Gambar 7. Hasil Grafik Min. Bit Error Rate (BER) Dari Perancangan Pada Optisystem

Min. BER adalah sebuah nilai yang menunjukkan persentase kemungkinan error bit pada sebuah rancangan. Dari simulasi yang terlihat pada Gambar 7, nilai Min. BER yang ditunjukkan adalah 4,54189e<sup>-021</sup>.



Gambar 8. Hasil Optic Signal to Noise Ratio (OSNR) Dari Perancangan Pada Optisystem

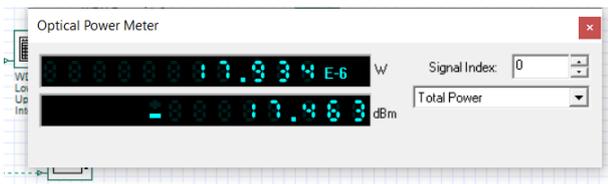
OSNR adalah sebuah parameter untuk mengukur kualitas sebuah sinyal optik. Pada Gambar 8, selain mendapatkan nilai OSNR, nilai lain yang juga didapat pada WDM analyzer adalah nilai frekuensi, *signal power* dan *noise power*. Dari simulasi yang telah dilakukan, nilai OSNR yang didapatkan sebesar 15,679376 dB.



Gambar 9. Hasil Signal Power Fiber Optik 1 Dari Perancangan Pada Optisystem



Gambar 10. Hasil Signal Power Fiber Optik 2 Dari Perancangan Pada Optisystem



Gambar 11. Hasil Signal Power Receiver Dari Perancangan Pada Optisystem

Gambar 9, 10, dan 11 merupakan hasil Optical Power Meter di berbagai titik. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui letak kekuatan sinyal pada masing-masing titik. Signal power pada fiber optik 1 mendapatkan nilai sebesar -30,563 dBm. Lalu signal power pada fiber optik 2 mendapat nilai sebesar -1,178 dBm dikarenakan adanya amplifier sehingga nilai Signal power menjadi lebih besar. Dan yang terakhir signal power receiver pada bagian demux mendapatkan nilai sebesar -17,463 dBm.

Rangkuman dari hasil yang didapat setelah melakukan proses simulasi dapat terlihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Simulasi Optisystem

No.	Data yang diambil	Standar	Nilai
1	Q Factor	6	9,33638
2	Bit Error Rate	$Xe^{-09}$	$4,54189e^{-021}$
3	Optic Signal to Noise Ratio	>15 dB	15,679376 dB
4	Signal Power fiber optik 1	> -100 dBm (sensitivity)	-30,563 dBm
5	Signal Power fiber optik 2	> -100 dBm (sensitivity)	-1,178 dBm
6	Signal Power receiver	> -100 dBm (sensitivity)	-17,463 dBm

## Pembahasan

Dalam simulasi perancangan jaringan fiber optik DWDM yang telah dilakukan, memperoleh beberapa informasi penting mengenai kualitas perancangan tersebut. Pertama-tama, pengukuran Q factor, yang merupakan parameter penting dalam komunikasi optik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Q factor memiliki nilai adalah sebesar 9,33638. Angka ini sangat memenuhi standar komunikasi optik yang mengharuskan nilai Q factor lebih dari 6.

Selanjutnya, pengukuran nilai bit error rate (BER), yang merupakan indikator penting kehandalan komunikasi optik. Standar BER yang dapat diterima dalam komunikasi optik biasanya kurang dari  $10^{-9}$ . Hasil simulasi menunjukkan nilai BER sebesar  $10^{-21}$ , yang jauh lebih kecil dari standar yang ditetapkan. Hal ini menandakan bahwa kualitas komunikasi optik yang kami rancang sangat baik.

Optic Signal to Noise Ratio (OSNR) yang didapatkan pada simulasi sudah menunjukkan nilai yang cukup baik, yaitu bernilai 15,679376 dB. Nilai OSNR yang didapat sudah masuk ke dalam standar OSNR pada komunikasi optik yaitu lebih dari 15 dB.

Yang terakhir adalah hasil daya sinyal (Signal Power) di tiga titik berbeda. Terlihat pada Tabel 4 bahwa Nilai signal power pada titik kedua (fiber optik 2) lebih besar jika dibandingkan dengan titik pertama (fiber optik 1) yang disebabkan karena adanya amplifier di antara titik pertama dan kedua sehingga nilai signal power menguat dan menjadi lebih besar. Untuk memastikan kualitas yang baik, nilai daya sinyal harus melebihi nilai sensitivitas yang telah kami atur sebesar -100 dBm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai daya sinyal di ketiga titik tersebut melebihi sensitivitas, yaitu -30,563 dBm, -1,178 dBm, dan -17,463 dBm.

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa perancangan jaringan fiber optik DWDM yang dibuat telah memenuhi standar yang ditetapkan untuk membuat suatu jaringan fiber optik yang berkualitas baik dan dapat beroperasi dengan lancar.

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

Evaluasi kinerja dari rancangan jaringan fiber optik DWDM Pagar Dewa-Grissik melibatkan analisa Q Factor, BER, Signal to Noise Ratio, dan Signal Power berdasarkan hasil simulasi dengan OptiSystem. Dari hasil yang didapat dari simulasi dan analisa dapat disimpulkan bahwa rancangan jaringan fiber optik DWDM Pagar Dewa-Grissik yang telah dibuat layak untuk digunakan dan dapat untuk diwujudkan dan digunakan sebagai panduan untuk pengembangan jaringan DWDM.

Saran yang dapat diberikan adalah peneliti berikutnya yang melakukan perancangan jaringan fiber optik DWDM pada Optisystem dapat melakukan penambahan terhadap komponen yang digunakan pada jaringan untuk menghasilkan hasil simulasi yang lebih baik. Pencarian jarak yang lebih dekat dan efektif dalam merancang suatu jaringan fiber optik DWDM juga dapat dilakukan untuk mencapai hasil yang lebih maksimal.

Fiber To The Home Plasa Telkom Kota Banjar Patroman Menggunakan Optisystem. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 3(1), 16–23. <https://doi.org/10.20895/jtece.v3i1.149>

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, T., Hambali, A., & Pamukti, B. (2019). Analisis Performansi BER Pada Jaringan Optik Dense Wavelength Division Multiplexing Menggunakan Penguat Hybrid Raman EDFA. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 3386.
- Ammar, M., Nasaruddin, & Meutia, E. D. (2023). Perancangan dan Analisis Kinerja Jaringan Akses Fiber-to-the-Home berbasis Gigabit Passive Optical Network Menggunakan OptiSystem di Kutacane. *KITEKTRO: Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 8(1), 36–42.
- Khair, F., Amiludin, Pratama, A., Gustiyana, F. N., Rahmawan, D. R., & Reza, Y. (2021). Perancangan Sistem Optik DWDM 8 Kanal dengan Penguat EDFA. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 3(1), 26–41. <https://doi.org/10.20895/jtece.v3i1.228>
- Muharor, A., Asmara, B. P., & Bonok, Z. (2019). Analisis Pentransmision Fiber Optik Saluran Udara Pada Panjang Gelombang 1310 nm Dari Optical Distribution Point (ODP) – Optical Network Termination (ONT). *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 1(2), 49–54. <https://doi.org/10.37905/jjee.v1i2.2882>
- Rahmatulloh, M. A., Hanto, D., Yantidewi, M., Rianaris, A., & Firdaus, R. A. (2023). Analisis Redaman Fiber Optik dengan Menggunakan Pemodelan Software Optisystem. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(7), 630–639.
- Sastra, N. P., & Wiharta, D. M. (2022). Analisis Performance Perancangan Jaringan Fiber Optic Pada RSUD Wangaya Kota Denpasar dengan Optisystem. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(2), 158–166.
- Suhika, D., Muliawati, T., & Ruwandar, H. (2020). Optimalisasi Rencana Pemasangan Kabel Fiber Optic di ITERA Dengan Algoritma PRIM. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(1), 86–92. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i1.2597>
- Ulfawaty, A. N., & Fausiah. (2019). Analisis Redaman pada Jaringan Fiber to the Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PT Telkom Makassar. *Ainet: Jurnal Informatika*, 1(1), 21–27. <https://doi.org/10.26618/ainet.v1i1.2287>
- Wahyudi, W. T., Khair, F., & Budi, M. P. (2021). Analisis dan Simulasi Performansi Teknologi Coarse Wavelength Division Multiplexing Pada Jaringan