

# PERFORMANSI WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING PADA JARINGAN OPTIK

Dewa Gede Agung Mahesa Yoga<sup>1</sup>, Sheena Graceline<sup>2</sup>, Rizky Imanuel S<sup>3</sup>, Pande Ketut Sudiarta<sup>4</sup>, I Gusti Agung Komang Diafari Djuni Hartawan<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>4,5</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali 80361

Sudiarta@unud.ac.id<sup>4</sup> Igakdiafari@unud.ac.id<sup>5</sup>

## ABSTRAK

Proses pengiriman informasi saat ini dibutuhkan untuk cepat dan efisien salah satu solusinya untuk memenuhi kebutuhan informasi yang cepat adalah dengan menggunakan pengiriman melalui jaringan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM). Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis performansi jaringan WDM dan dampak yang terjadi jika ditambahkan EDFA serta penggunaannya dalam jaringan PON. Penelitian ini akan memanfaatkan *software optisystem 7.0* dalam melakukan simulasi perancangan dan mencari tau hasil dari *power receiver*, *q-factor*, dan BER yang selanjutnya dijadikan sebagai pembandingan di penelitian ini. Hasil analisis memberikan bukti bahwa penggunaan WDM dalam proses pengiriman lebih efisien karena dapat mengirimkan beberapa panjang gelombang dalam sekali pengiriman, tetapi akan berpengaruh buruk terhadap jarak, namun hal ini dapat diatasi dengan penggunaan EDFA dalam jaringan WDM. Penggunaan WDM-PON akan memperluas cakupan dalam proses pengiriman informasi. Hasil penelitian ini dapat membuktikan performansi dalam penggunaan WDM. Kedepannya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mendambakan parameter pembandingan lainnya sehingga hasil yang didapatkan akan lebih pasti. Serta penggunaan aplikasi *optisystem* versi terbaru akan membantu dan memudahkan dalam proses pengumpulan informasi maupun data.

**Kata kunci :** *Wavelength Division Multiplexing* (WDM), *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA), *Passive Optical Network* (PON), *Power Meter*, *Q-Factor*, *Bit Error Rate* (BER)

## ABSTRACT

*The process of sending information is currently needed to be fast and efficient. One of the solutions to meet the needs of fast information is to use transmission via a Wavelength Division Multiplexing (WDM) network. The purpose of this study is to determine and analyze the performance of WDM networks and the impact that occurs when EDFA is added and its use in PON networks. This research will utilize optisystem 7.0 software in carrying out design simulations and finding out the results of receiver power, q-factor, and BER which will then be used as a comparison in this study. The results of the analysis provide evidence that the use of WDM in the delivery process is more efficient because it can transmit several wavelengths at a time, but will have a negative effect on distance, but this can be overcome by using EDFA in WDM networks. The use of WDM-PON will expand the scope of the process of sending information. The results of this study can prove the performance in the use of WDM. In the future, it is necessary to carry out further research by adding other comparison parameters so that the results obtained will be more certain. As well as the use of the latest version of the optisystem application will help and facilitate the process of collecting information and data.*

**Key Words :** *Wavelength Division Multiplexing* (WDM), *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA), *Passive Optical Network* (PON), *Power Meter*, *Q-Factor*, *Bit Error Rate* (BER)

## 1. PENDAHULUAN

Pada perkembangan zaman yang semakin maju, teknologi telekomunikasi

juga telah berkembang pesat. Salah satu alternatif teknologi telekomunikasi dalam pengiriman data yang semakin besar saat

ini adalah serat optik. Serat optik memberikan proses pengiriman dan menerima data dengan kecepatan tinggi dan dapat mencapai jarak jauh dengan biaya murah. Salah satu teknologi dari teknik transmisi menggunakan serat optik adalah WDM (Wavelength Division Multiplexing) [6].

Wavelength Division Multiplexing (WDM) merupakan suatu teknik transmisi yang memanfaatkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbedabeda sebagai kanal-kanal informasi, sehingga setelah dilakukan proses multiplexing seluruh panjang gelombang tersebut dapat ditransmisikan melalui sebuah serat optik (Sartika., dkk. 2021). Frekuensi yang dipancarkan juga ditentukan dengan jarak panjang kabel yang dibuat, untuk itu maka diperlukan sebuah penguat dalam akses transmisi jarak jauh yaitu dengan amplifier.

Penguat serat yang didoping Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA) adalah amplifier yang paling banyak digunakan. Saat jaringan WDM menggunakan EDFA menjadikan hemat biaya dan meningkatkan kapasitas serta kinerja sistem jaringan untuk layanan internet. Jaringan PON juga sebagai salah satu arsitektur akses paling sukses yang dapat menyediakan kapasitas tinggi dan jangkauan panjang pada serat optik. Gujral et al., 2013 menyimpulkan bahwa Sistem WDM yang terintegrasi dengan EDFA memberikan Q-Factor yang optimal.

Penelitian [6] dengan amplifiter EDFA pada serat optik WDM didapatkan nilai Bit Error Rate terbesar yang diperoleh dari hasil simulasi ini adalah  $8,21 \times 10^{-8}$  pada kanal 1 dengan panjang gelombang paling besar, sedangkan nilai Bit Error Rate terkecil yang diperoleh dari hasil simulasi adalah  $1,85 \times 10^{-8}$  yang diperoleh dari kanal 2 dengan panjang gelombang paling kecil. Penelitian [12] didapatkan hasil bahwa WDM-PON memberikan performansi yang jauh lebih baik yaitu dengan nilai BER  $10^{-9}$  baik hanya menggunakan kabel SMF atau dipasang DCF. Penelitian [5] menjelaskan bahwa bahwa kinerja PON WDM lebih baik daripada PON TDM dalam penggunaan 16 panjang gelombang. Performa sistem WDM PON menggunakan amplifier EDFA dengan hasil menunjukkan bahwa EDFA memberi lebih banyak keuntungan, dan kinerja ditingkatkan ketika panjang gelombang meningkat dan jumlah pengguna lebih rendah, dan daya optik

lebih tinggi. Berdasarkan latar belakang di atas, pada penelitian ini akan dilakukan simulasi perbandingan kualitas jaringan optik yang dilihat dari parameter BER dan Q-factor dengan penambahan panjang gelombang, amplifier, dan Passive Optical Network (PON) pada implementasi wavelength division multiplexing menggunakan software OptiSystem.

## 2. METODE OPTIMASI

### 2.1 Analisis Performansi Jaringan Optik dengan Penambahan Panjang Gelombang Pada Implementasi Wavelength Division Multiplexing (WDM)

Pada tema penelitian ini akan diujikan penambahan panjang gelombang pada jaringan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) dan akan dibandingkan pada jarak yang sama performansinya dengan jaringan tanpa menggunakan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM).

### 2.2 Analisis Performansi Jaringan Optik dengan Penambahan Amplifier Pada Implementasi Wavelength Division Multiplexing (WDM)

Pada tema penelitian ini akan diujikan penambahan amplifier pada jaringan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) dan akan dibandingkan pada jarak yang sama performansinya dengan jaringan menggunakan amplifier tanpa *Wavelength Division Multiplexing* (WDM).

### 2.3 Analisis Performansi Jaringan Optik dengan Penambahan Passive Optical Network (PON) pada Implementasi Wavelength Division Multiplexing (WDM)

Pada tema penelitian ini akan diujikan penambahan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) pada *Passive Optical Network* (PON) dan akan dibandingkan performansinya dengan jaringan tanpa menggunakan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) pada *Passive Optical Network* (PON).

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Dasar Sistem Komunikasi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, dengan waktu

penelitian terhitung dari bulan Maret 2023 hingga Juni 2023. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari buku, jurnal, dan website yang terkait dalam penelitian ini mengenai WDM dan juga penggunaan simulator OptiSystem. Adapun tahapan penelitian ini terdiri atas performansi jaringan optik dengan penambahan panjang gelombang pada implementasi wavelength division multiplexing (wdm), performansi jaringan optik dengan penambahan amplifier pada implementasi wavelength division multiplexing (wdm) dan performansi jaringan optik dengan penambahan passive optical network (pon) gelombang pada implementasi wavelength division.

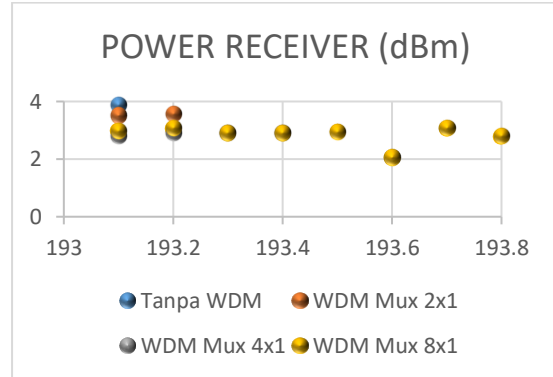


Gambar 1. Tahapan Alur Analisa

Secara umum, simulasi komunikasi optik terdiri dari transmitter, communication channel, dan receiver. Rancangan simulasi yang digunakan pada penelitian ini Perancangan Simulasi Jaringan Optik Tanpa Menggunakan Wavelength Division Multiplexing (WDM) dan Dengan Menggunakan Wavelength Division Multiplexing (WDM), Perancangan Simulasi Jaringan Optik dengan Penggunaan EDFA pada Wavelength Division Multiplexing (WDM), Perancangan Simulasi Jaringan Passive Optical Network (PON), Wavelength Division Multiplexing (WDM) dengan PON, dan WDM-PON Dengan Penambahan EDFA.

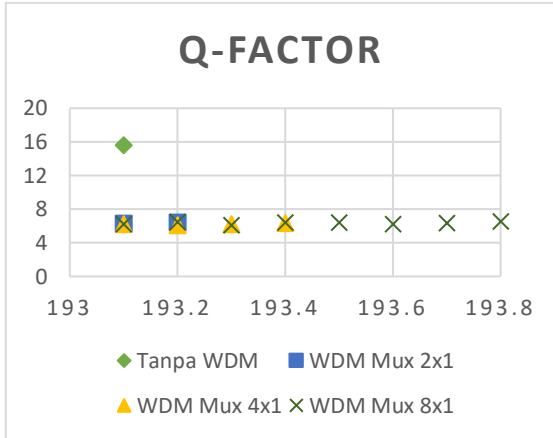
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Analisis Pengujian Karakteristik Performansi Kualitas Jaringan Optik Tanpa Menggunakan Wavelength Division Multiplexing (WDM) dan Dengan Menggunakan Wavelength Division Multiplexing (WDM)



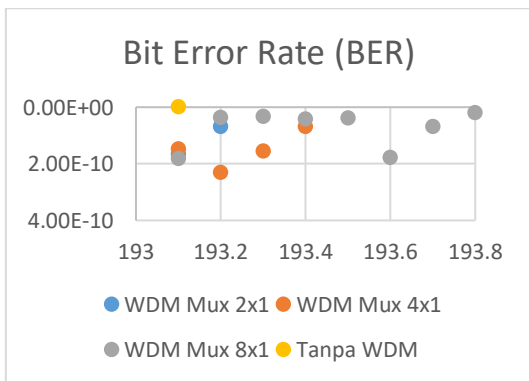
Gambar 2. Grafik Perbandingan Power Receiver pada jaringan tanpa menggunakan Wavelength Division Multiplexing, menggunakan Wavelength Division Multiplexing 2x1, 4x1 dan 8x1

Berdasarkan grafik diatas dapat kita analisa bahwa nilai power terbesar yang diterima pada jaringan dengan menggunakan Wavelength Division Multiplexing ada dalam MUX 2x1 yaitu sebesar 3,545 dBm tetapi hasil ini tetap dibawah nilai power meter dengan jaringan tanpa Wavelength Division Multiplexing yaitu sebesar 3,851dBm. Power terkecil yang diterima didapatkan sebesar 2,778 dBm yang terdapat di MUX 8x1. Dapat disimpulkan juga bahwa semakin banyak Mux yang digunakan maka semakin kecil nilai power yang akan diterima. Selain itu terdapat perubahan fluktuatif yang terjadi antar channel pada masing- masing MUX, namun semua frekuensi telah memenuhi standar minimum power untuk komunikasi fiber optik, walaupun hasilnya tidak sama rata [3].



Gambar 3. Grafik Perbandingan Q-Factor pada jaringan tanpa menggunakan *Wavelength Division Multiplexing*, menggunakan *Wavelength Division Multiplexing* MUX 2x1, MUX 4x1 dan MUX 8x1

Berdasarkan grafik diatas dapat dianalisa bahwa nilai Q-factor terbesar yang diterima pada jaringan dengan menggunakan *Wavelength Division Multiplexing* ada dalam MUX 8x1 yaitu sebesar 6,548 tetapi hasil ini tetap dibawah nilai q-factor dengan jaringan tanpa *Wavelength Division Multiplexing* yaitu sebesar 15.604. *Power* terkecil yang diterima didapatkan sebesar 6,119 yang terdapat di MUX 8x1. Dapat disimpulkan juga bahwa terjadi perubahan fluktuatif yang terjadi antar *channel*, hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan frekuensi dan panjang gelombang yang dikirimkan.



Gambar 4. Grafik Perbandingan BER pada jaringan tanpa menggunakan *Wavelength Division Multiplexing*, menggunakan *Wavelength Division Multiplexing* 2x1, 4x1 dan 8x1

Pada simulasi untuk menentukan BER didapatkan hasil terbaik pada jaringan yang tidak menggunakan WDM yaitu sebesar  $3,05 \times 10^{-55}$ . Sedangkan hasil BER terbaik untuk jaringan yang menggunakan WDM terdapat pada MU 8x1 yaitu sebesar  $6,92 \times 10^{-11}$  dan hasil terburuk pada WDM MUX 4x1 bernilai  $1,49 \times 10^{-10}$ . Pada simulasi untuk menentukan *bit error rate* dihasilkan nilai BER yang bervariasi pada *channel* yang berbeda. Semua frekuensi telah memenuhi standar minimum BER untuk komunikasi fiber optik, walaupun hasilnya tidak sama rata. Grafik BER dengan jelas menunjukkan adanya pengaruh frekuensi atau panjang gelombang terhadap nilai BER. Hal ini berkaitan dengan karakteristik fiber optik dan *receiver* yang memiliki daerah kerja puncak pada 1550 nm (Ischak, 2018). Semakin jauh panjang gelombang dari nilai tersebut, semakin besar *loss* yang terjadi sehingga secara tidak langsung akan menurunkan nilai BER. Namun, atenuasi bukanlah satu-satunya faktor yang mempengaruhi nilai BER.

#### 4.2 Analisis Pengujian Karakteristik Performansi Kualitas Jaringan di Penggunaan EDFA pada *Wavelength Division Multiplexing* (WDM)

Berdasarkan perbandingan BER *Waveleght Division Multiplexing* 2x1 dan *Waveleght Division Multiplexing* 2x1 menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa BER pada frekuensi 193.1 THz dan 193.2 THz terjadi peningkatan di setiap penambahan jarak walaupun di tambahkan dengan EDFA. Bisa dilihat dari setiap frrekuensi nilai BER yang terburuk terdapat di jarak 32 Km yaitu dengan nilai  $4.56 \times 10^{-6}$ . Akan tetapi pada saat di tambahkan dengan EDFA, Nilai BER pada frekuensi 193.1 THz terjadi perubahan nilai BER sebesar  $1.25 \times 10^{-8}$

Berdasarkan perbandingan *Power Meter Wavelength Division Multiplexing* 2x1 dan *Wavelength Division Multiplexing* 2x1 menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa *Power Meter* pada frekuensi 193,1 THz dan 193,2 THz terjadi penurunan disetiap penambahan jarak walaupun adanya ditambahkan dengan EDFA. Namun bisa



kita lihat pada nilai power meter terburuk di frekuensi 193,1 THz dengan nilai -10,452 dBm terjadi perubahan ketika menambahkan EDFA menjadi 13,805. Ini terjadi karena adanya penambahan power pada EDFA sebesar 20 dBm.

Berdasarkan perbandingan Q-factor *Wavelength Division Multiplexing* 2x1 dan *Wavelength Division Multiplexing* 2x1 menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa penempatan EDFA yang optimal adalah Ketika semua masing masing *channel* MUX frekuensi Mendekati nilai BER  $10^{-9}$  di jarak yang sama.

#### 4.3 Pengukuran Hasil Simulasi *Wavelength Division Multiplexing* 4X1 Tanpa Menggunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) dan Hasil Simulasi *Wavelength Division Multiplexing* 4X1 Menggunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*)

Berdasarkan perbandingan BER *Wavelength Division Multiplexing* 4x1 dan *Wavelength Division Multiplexing* 4x1 menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa BER pada frekuensi 193.1 THz sampai 193.4 THz terjadi peningkatan disetiap penambahan jarak walaupun di tambahkan dengan EDFA. Bisa dilihat dari setiap frekuensi nilai BER yang terburuk terdapat di jarak 32Km di frekuensi 193.3 THz yaitu dengan nilai  $2.31 \times 10^{-6}$ . Akan tetapi pada

Berdasarkan perbandingan BER *Waveleght Division Multiplexing* 8x1 tanpa dan menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa BER pada frekuensi 193.1 THz sampai 193.8 THz terjadi peningkatan di setiap penambahan jarak walaupun di tambahkan dengan EDFA. bisa dilihat dari setiap frekuensi nilai BER yang terburuk terdapat di jarak 32KM di frekuensi 193.1 THz yaitu dengan nilai  $6.27 \times 10^{-5}$ . akan tetapi pada saat di tambahkan dengan EDFA. nilai BER pada frekuensi 193.1 THz terjadi perubahan nilai BER sebesar  $2.22 \times 10^{-8}$

Berdasarkan perbandingan POWER METER *Waveleght Division Multiplexing* 8x1 tanpa dan menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa *power meter* pada Frekuensi 193.1 THz sampai 193.8

saat di tambahkan dengan EDFA. nilai BER pada frekuensi 193,3 THz terjadi perubahan nilai BER sebesar  $2.15 \times 10^{-8}$ . Berdasarkan perbandingan POWER METER *Waveleght Division Multiplexing* 4x1 dan *Waveleght Division Multiplexing* 4x1 menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa POWER METER pada Frekuensi 193.1 THz sampai 193.4 THz terjadi penurunan di setiap penambahan jarak walaupun ada nya di tambahkan dengan EDFA. Namun bisa kita lihat pada nilai power meter terjelek di frekuensi 193.2 THz dengan nilai -10.626 dBm terjadi perubahan ketika menambahkan EDFA menjadi 10.928. ini terjadi ada nya penambahan power pada EDFA sebesar 20dBm.

Berdasarkan perbandingan Q-Factor *Waveleght Division Multiplexing* 4x1 Dan *Waveleght Division Multiplexing* 4x1 Menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa penempatan EDFA yang optimal adalah Ketika semua masing masing *channel* MUX frekuensi mendekati nilai BER  $10^{-9}$  di jarak yang sama.

#### 4.4 Pengukuran Hasil Simulasi *Wavelength Division Multiplexing* 8X1 Tanpa Menggunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) dan Hasil Simulasi *Waveleght Division Multiplexing* 8X1 Menggunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*)

THz terjadi penurunan di setiap penambahan jarak walaupun ada nya di tambahkan dengan EDFA. Namun bisa kita lihat pada nilai *power meter* terjelek di frekuensi 193.2 THz dengan nilai -10.581 dBm terjadi perubahan ketika menambahkan EDFA menjadi 8.525. ini terjadi ada nya penambahan power pada EDFA sebesar 20dBm.

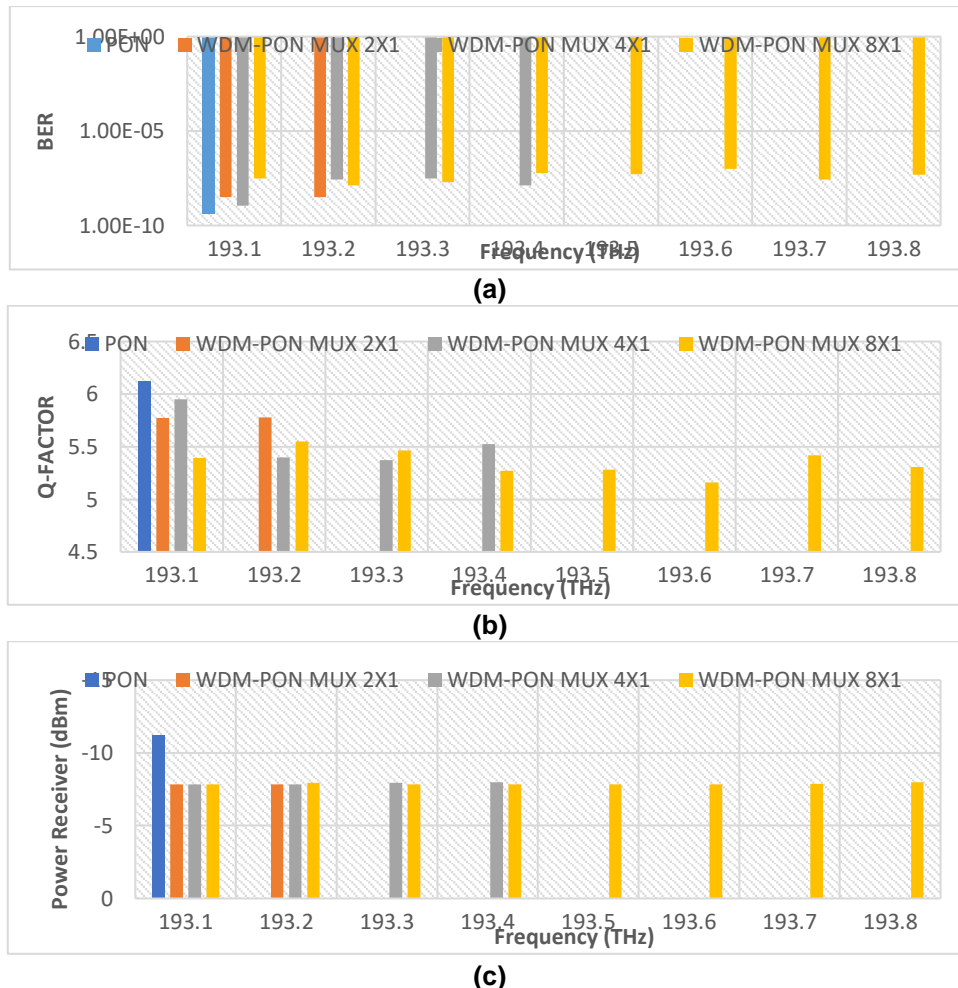
Berdasarkan perbandingan BER *Waveleght Division Multiplexing* 8x1 dan *Waveleght Division Multiplexing* 8x1 menggunakan EDFA bisa kita lihat bahwa Q-FACTOR pada frekuensi 193.1 THz sampai 193.8 THz terjadi penurunan di setiap penambahan jarak walaupun di tambahkan dengan EDFA, bisa kita lihat pada gambar 12 nilai Q-factor ter buruk terdapat frekuensi 193.1 THz di jarak 32 km

dengan Q-factor bernilai 3.81946 akan tetapi pada saat di tambahkan EDFA nilai Q-factor pada frekuensi 193.1 berubah menjadi 5.42353 Jadi hasil analisis di gambar 10, gambar 11 dan gambar 12 yang bisa saya ambil dari penjelasan di atas adalah penempatan EDFA yang optimal adalah Ketika semua masing masing *channel* MUX frekuensi Mendekati nilai BER  $10^{-9}$  di jarak yang sama.

**4.5 Analisis Pengujian Karakteristik Performansi Kualitas Jaringan Passive**

**Optical Network (PON) jika ditambahkan Wavelength Division Multiplexing (WDM) dan Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA)**

Tujuan mencari nilai *power* 5dBm dilakukan untuk melihat perbandingan performa jaringan PON jika ditambahkan dengan WDM dengan *power* yang sama saat masuk ke jaringan PON. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan performa jaringan PON jika ditambahkan WDM.



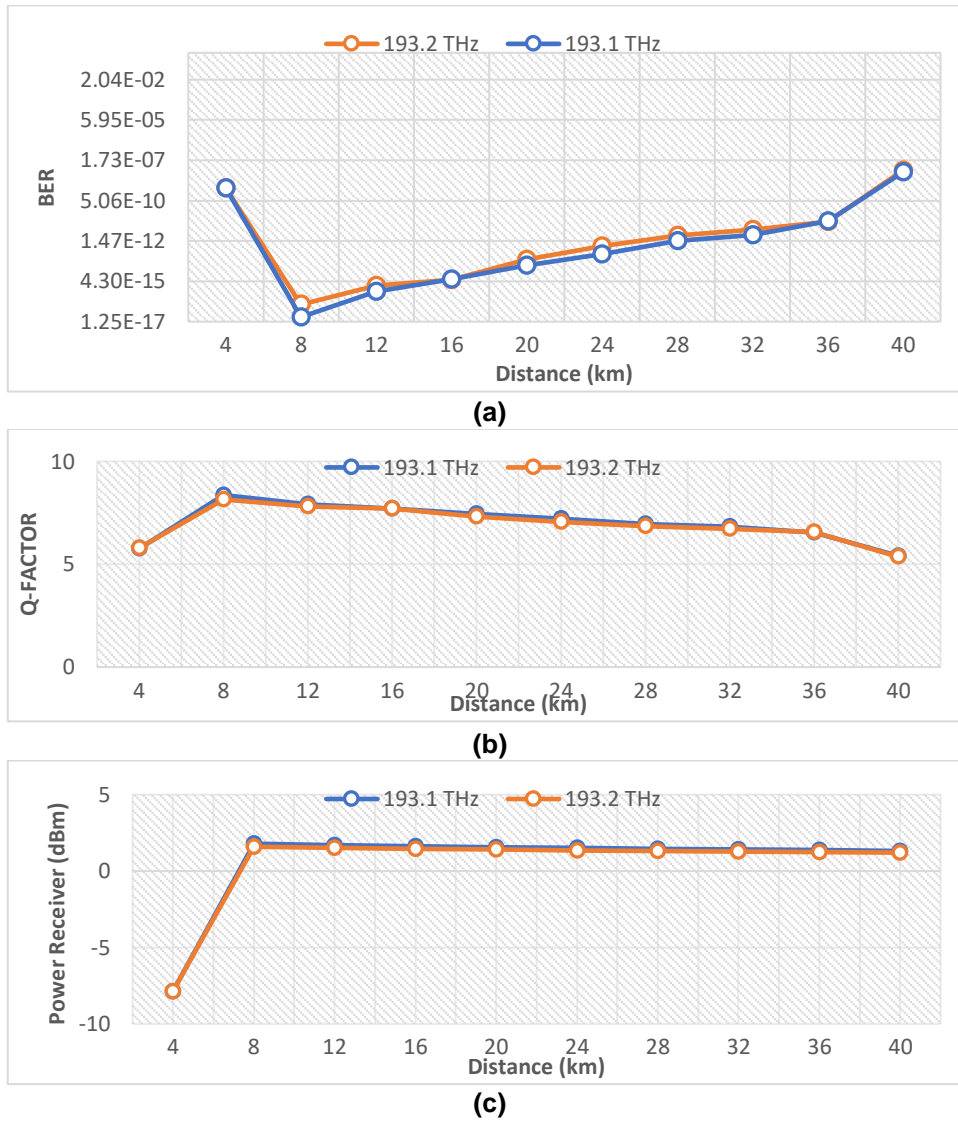
Gambar 5. Perbandingan Performa jaringan PON dan WDM-PON yang meliputi nilai (a) BER, (b) Q-Factor, dan (c) Power Receiver

Gambar 5 (a), (b), dan (c) merupakan grafik yang memperlihatkan nilai BER, Q-Factor dan Power Receiver. Ketiga grafik menunjukkan terjadinya peningkatan BER dan penurunan Q-Factor yang menandakan terjadinya penurunan kualitas pada jaringan PON saat

ditambahkan WDM. Akan tetapi, dengan adanya WDM terjadi penambahan jarak sejauh 4km dengan *power input* yang sama pada jaringan PON. Penambahan WDM juga menyebabkan berambahnya kapasitas jaringan PON dikarenakan WDM dapat menjangkau hingga 8 panjang gelombang dimana pada setiap Panjang gelombang

terdapat 1 jaringan PON dengan jarak 20km, namun semakin banyaknya

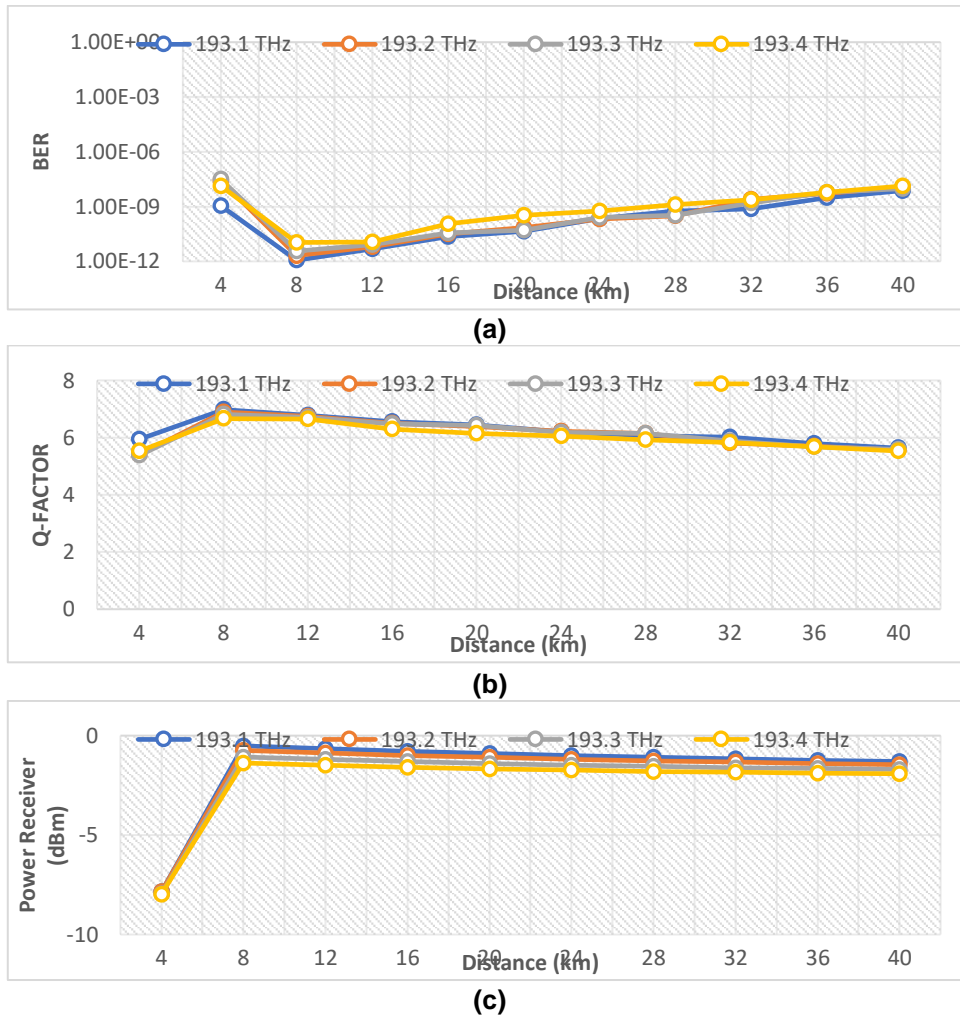
kapasitas menyebabkan kualitasnya semakin menurun.



Gambar 6. Performa jaringan WDM-PON dengan penambahan EDFA pada *multiplexer* 2x1 yang meliputi nilai (a) BER, (b) Q-Factor, dan (c) Power Receiver

Gambar 6 (a), (b), dan (c) merupakan grafik yang memperlihatkan nilai BER, Q-Factor dan Power Receiver sebelum dan sesudah ditambahkan EDFA. Dengan penambahan EDFA terjadi penambahan jarak sejauh

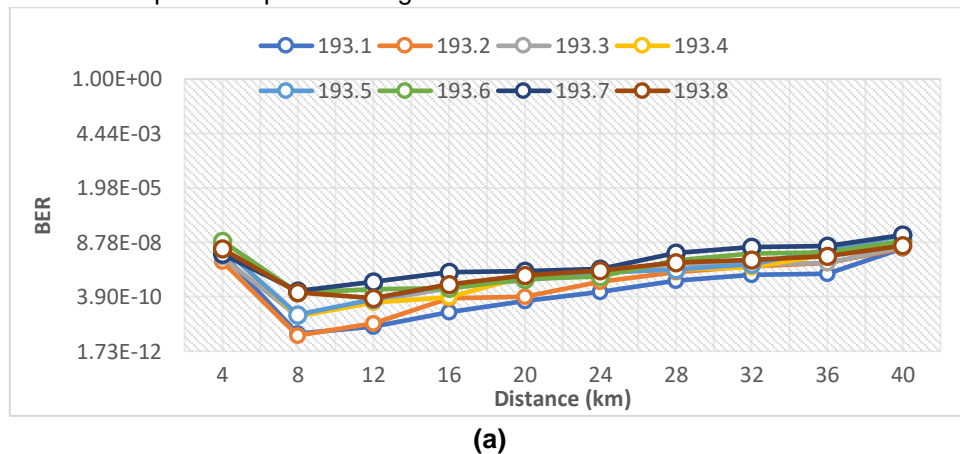
36km pada jaringan WDM-PON dengan *multiplexer* 2x1, sehingga jika ditambahkan dengan jarak pada jaringan PON, maka jarak total yang ditempuh jaringan WDM-PON dengan *multiplexer* 2x1 adalah 56km.



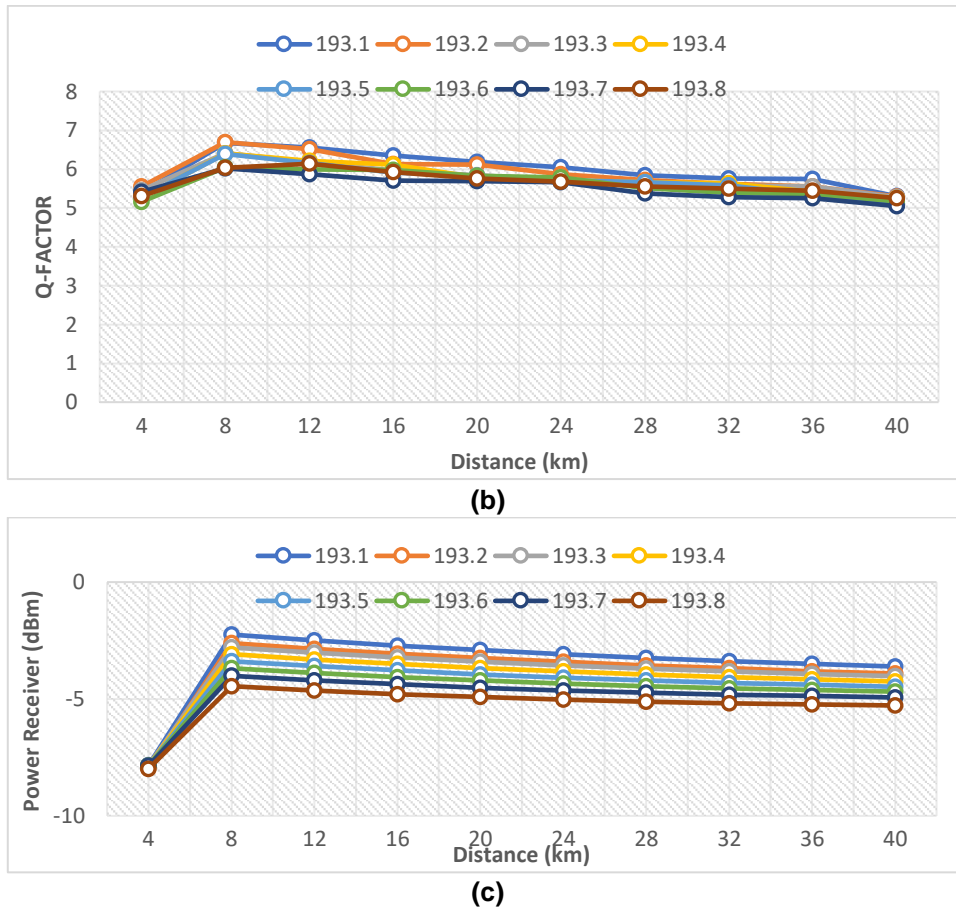
Gambar 7. Performa jaringan WDM-PON dengan penambahan EDFA pada *multiplexer* 4x1 yang meliputi nilai (a) BER, (b) Q-Factor, dan (c) Power Receiver

Pada gambar 7 (a) dan (b) dapat dilihat dari keempat frekuensi, nilai BER dan Q-Factor yang masih mencapai nilai standar terletak pada jarak 24km. Dari analisa tersebut dapat disimpulkan dengan

penambahan EDFA terjadi penambahan jarak sejauh 24km pada jaringan WDM-PON dengan *multiplexer* 4x1, sehingga jika ditambahkan dengan jarak pada jaringan PON, maka jarak total yang ditempuh jaringan WDM-PON dengan *multiplexer* 4x1 adalah 44km.







Gambar 8. Performa jaringan WDM-PON dengan penambahan EDFA pada *multiplexer* 8x1 yang meliputi nilai (a) BER, (b) Q-Factor, dan (c) Power Receiver

Dari analisa tersebut dapat disimpulkan dengan penambahan EDFA terjadi penambahan jarak sejauh 8km pada jaringan WDM-PON dengan *multiplexer* 8x1, sehingga jika ditambahkan dengan jarak pada jaringan PON, maka jarak total yang ditempuh jaringan WDM-PON dengan *multiplexer* 8x1 adalah 28km.

Dari semua analisis sebelumnya dapat disimpulkan bahwa penambahan WDM dan EDFA sangat berpengaruh pada jaringan PON. Dengan adanya penambahan WDM dan EDFA dapat menambah jarak dan kapasitas pada jaringan PON sehingga dapat mengurangi jumlah sentral dimana yang awalnya 1 sentral hanya dapat menjangkau 1 jaringan PON dengan penerima sebanyak 8 pada jarak 20km, jika ditambahkan WDM dan EDFA 1 sentral dapat menjangkau jarak lebih jauh lagi menuju lebih dari 8 penerima, hanya saja kapasitasnya dibatasi

pada jarak yang semakin jauh. Hal ini mendukung jurnal dari Abed pada tahun 2021 yang berjudul *2 Tbit/s based Coherent Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network for 5G Transport* yang mengatakan yang mengatakan jaringan CWDM dapat memperpanjang jarak transmisi dan menambah kapasitas dibandingkan dengan jaringan PON tradisional dan didukung juga oleh jurnal Hamadouche pada tahun 2020 dengan judul *Performance Analysis and Improvement of (2-10) Gbps WDM PON using EDFA Amplifiers* yang mengatakan WDM dapat mengakomodasi lebih banyak pengguna dan melipatgandakan kapasitas dengan menggunakan beberapa panjang gelombang dalam satu serat.

#### 4 KESIMPULAN

Adapun simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut. Penggunaan Wavelength Division Multiplexing pada jarak yang sama dapat mengirimkan beberapa panjang gelombang dalam sekali pengiriman akan tetapi dalam prosesnya dari segi performansi akan terdapat penurunan jika dibandingkan dengan jaringan tidak menggunakan Wavelength Division Multiplexing. Penggunaan Wavelength Division Multiplexing dengan Mux 2x1 akan menghasilkan performansi yang lebih baik dibandingkan dengan Mux 4x1 dan 8 x1. Penambahan EDFA akan meningkatkan jangkauan WDM tetapi jika ada nya penambahan channel akan memperkecil jangkauan karena ada nya redaman dari setiap penambahan channel. Penambahan EDFA pada Wavelength Division Multiplexing (WDM) bisa menambahkan Performansi Kualitas Jaringan. Pada jaringan PON dan WDM-PON menunjukkan peningkatan nilai BER, penurunan nilai Q-Factor, dan penurunan nilai Power Meter. Hal tersebut menandakan bahwa terjadi penurunan kualitas jaringan pada jarak yang semakin jauh. Kualitas jaringan yang dihasilkan oleh jaringan WDM-PON tidak sebaik jaringan PON tanpa WDM, sehingga jarak yang dapat ditempuh jaringan PON menjadi berkurang, akan tetapi dengan adanya penambahan WDM pada jaringan PON menyebabkan kapasitas yang didapat menjadi bertambah. Adanya penambahan EDFA juga menyebabkan kualitas jaringan yang dihasilkan menjadi semakin baik dan jarak yang dapat ditempuh menjadi semakin jauh. Namun penambahan jumlah channel atau Mux pada WDM-PON membuat fluktuasi jadi semakin bertambah.

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan yakni perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan penambahan parameter lainnya selain panjang gelombang dan amplifier EDFA pada jaringan PON. Penelitian lanjutan dapat menggunakan Optisystem versi terbaru agar hasil dapat lebih

signifikan dan dapat menggunakan komponen yang lebih lengkap.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diksha Sharma.2016.*Wavelength Division Multiplexing*.ISSN: 2278 – 909X
- [2] Er. Kawal Preet Singh, Er. Navpreet Singh, Er. Gurinder Singh Dhaliwal.2012.
- [3] Performance Analysis of different WDM systems.Jalandhar. group of instiition, sardulgarh Farah Diana Binti Mahad.2009. *EDFA Gain Optimization for WDM system. ELEKTRIKA, 11(1), 2009, 34-37*
- [4] Hideki Hishio.1984. *Review and Status of Wavelength-Division Multiplexing Technology and Its Application. JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. LT-2, NO. 4, AUGUST 1984*
- [5] Hamadouche, H., Boualem, M., and Mouweffeq, B. 2020. Performance Analysis and Improvement of (2-10) Gbps WDM PON using EDFA amplifiers.
- [6] Hidayatullan, D., Akhmad, H., dan Brian, P. 2022. Perancangan dan Analisis Sistem Komunikasi Serat Optik Link Samarinda-Penajam Paser Utara Menggunakan Teknologi DWDM. *e-Proceeding of Engineering. 8(6): 2747-2752.*
- [7] Jyoti Gujral, Maninder Singh.2013.*Performance Analysis of 4 Channel WDM System with and without EDFA. Indo Global College of Engineering, Abhipur, Mohali, Punjab, India.*
- [8] Katsumi Iwatsuki.2016. application and Technical Issues of WDM-PON. Proc. of SPIE Vol. 7620, 76200C
- [9] Malcolm Johnson.2009.*Optical fibres Cable and System (E-Book). ITU Telecommunication Standardization Sector.SwitzerlandM.Chakkour et al. 2013. EDFA-WDM Optical Network Design and Development using OptiSystem Simulator / Procedia*

- Engineering.MUCET 2013.53 ( 2013 )  
294 – 302
- [10]Md. Moshir Rahman et al.2018.  
*Simulation Analysis of EDFA in Optical  
Fiber with WDM System in the  
Perspective of Bangladesh.* f 2018  
IEEE International RF
- [11]M.M. Ismail “EDFA – WDM *Optical  
Network Design System*”, (ELSEVIER)  
Procedia Engineering 53 (2013) 294–  
302.
- [12]Ramadhan, N., Akhmad, H., dan Brian,  
P. 2022. Analisa Performansi WDM-  
PON dan Koheren WDM-PON  
Menggunakan Kabel SMF dan DCF. *e-  
Proceeding of Engineering.* 8(6): 2587-  
2593.
- [13]Rima Fitria Adiaty, Apriani  
Kusumawardhani, dan Heru  
Setijono.2017.” Analisis Parameter  
Signal to Noise Ratio dan Bit Error  
Rate dalam Backbone Komunikasi  
Fiber Optik Segmen Lamongan-  
Kebalen”. Teknologi Industri, Institut  
Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).  
Rima Fitria Adiaty
- [14]Usman J Sindhi.2017. *Gain  
Optimization of EDFA for WDM  
System.* 978-1-5090- 38008/17/\$31.00  
©2017 IEEE. IEEE. 20(8): 90-94