

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini yang berjudul “Analisis Perbandingan daya laser pada Penguat *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA) dan *Raman Optical Amplifier* (ROA) pada Sistem DWDM *Non linier Four Wave Mixing*” Untuk melakukan penelitian ini dibutuhkan beberapa alat yang digunakan, yaitu laptop dan juga perangkat lunak (*software*) yaitu *OptiSystem 7*, Microsoft Excel, dan Matlab.

##### 1) *OptiSystem 7*

Pada penelitian yang dibuat menggunakan *software Optisystem*, *software Optisystem* merupakan sebuah *software* simulator yang digunakan untuk mendesain sebuah rancangan jaringan serat optik. Perancangan ini dilakukan sesuai dengan rumusan masalah yang dibuat dan parameter-parameter yang akan digunakan sebagai analisis, sehingga akan didapatkan data sesuai dengan yang dibutuhkan.

##### 2) Microsoft Excel

Data yang sudah didapatkan dari hasil rancangan sistem lalu diolah menjadi informasi pada *software* pengolah data yaitu Microsoft Excel. Microsoft Excel memudahkan dalam pengolahan data yang berbentuk bilangan yang akan dibuat menjadi data berbentuk grafik.

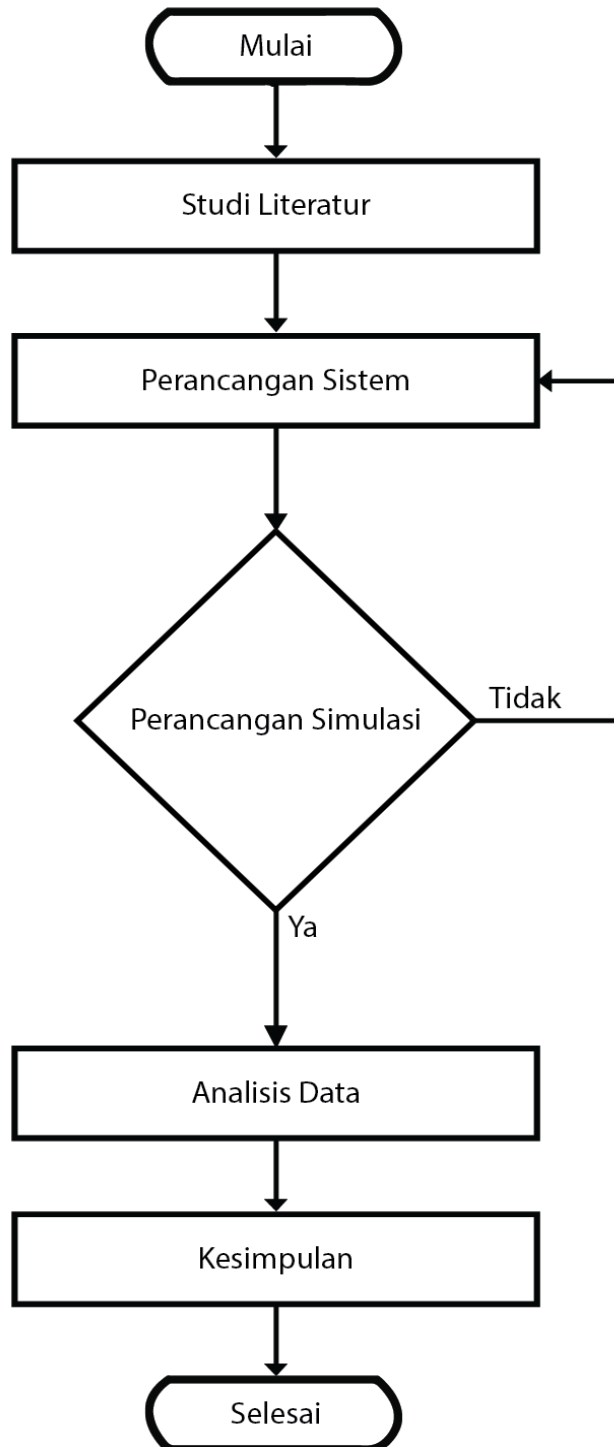
##### 3) *Matlab*

Apabila sudah mendapatkan hasil dari perancangan simulasi, maka hasil tersebut dibuat dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisis menggunakan *software* Matlab. Data-data yang diambil pada rancangan sistem yang telah diolah menggunakan Microsoft Excel sesuai dengan parameter yang akan dianalisis yaitu parameter daya terima, BER, dan Q-faktor.

Grafik dari hasil perancangan dibuat dengan menggunakan bantuan *software* Matlab. Matlab membantu untuk mengubah angka-angka hasil simulasi menjadi bentuk grafik. Dengan disajikan dalam bentuk grafik maka akan lebih mudah dalam melakukan analisis perbandingan dari hasil simulasi perancangan sistem.

### 3.2 ALUR PENENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap perancangan sistem, tahap pembuatan simulasi, tahap pengujian simulasi, dan yang terakhir adalah tahap analisis dari hasil pengujian simulasi.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa tahap penelitian, yaitu tahap studi literatur, tahap perumusan masalah, tahap perancangan sistem, tahap perancangan simulasi dari sistem dan terakhir tahap kesimpulan. Tahap pertama yaitu studi literatur pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dapat membantu proses pelaksanaan pada penelitian. Pengumpulan data berguna dalam pembuatan skema jaringan *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) menggunakan penguat *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA) dan *Raman Optical Amplifier* (ROA) menggunakan *software Optisystem 7*. Pada tahap pertama ini juga dibutuhkan teori penunjang dan pendukung yang berhubungan dengan topik penelitian seperti buku, *paper*, dan jurnal. Hal ini bertujuan untuk lebih mengetahui dan memahami secara teori dari sistem dan metode yang berkaitan dengan penelitian ini.

Tahap kedua yaitu tahapan membuat perumusan masalah pada rancangan sistem DWDM yang nantinya akan menjadi landasan utama pengujian, pembahasan, dan simpulan dari penelitian.

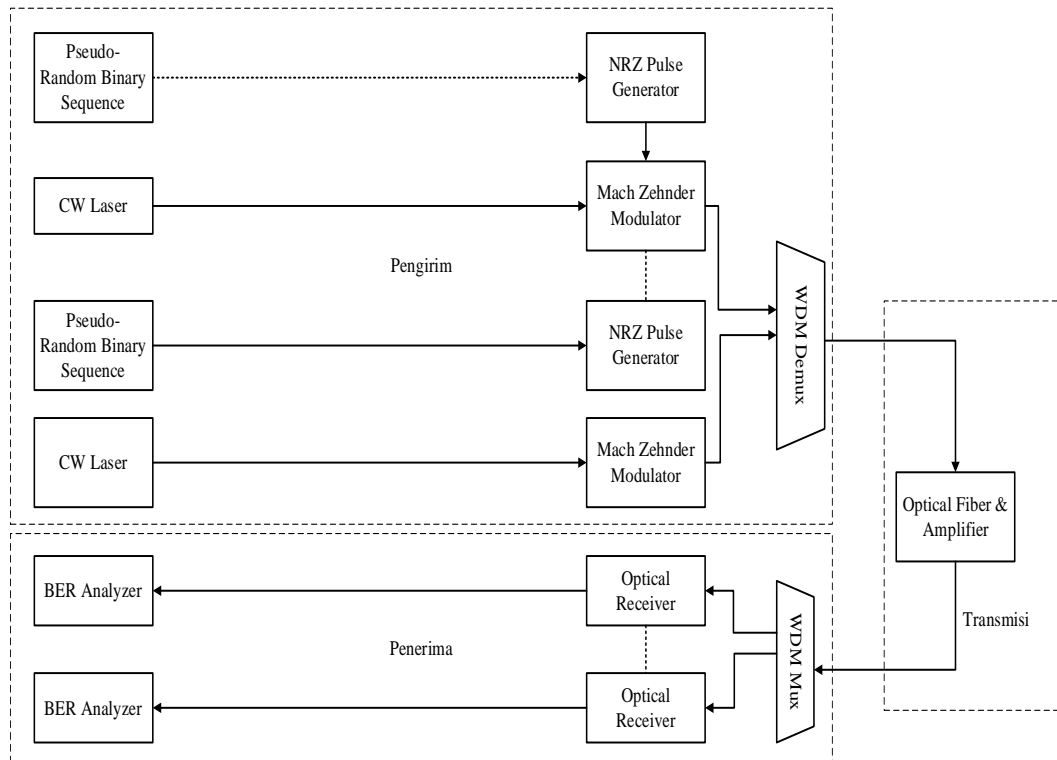
Tahap ketiga yaitu tahapan membuat perancangan sistem DWDM dilakukan dengan bantuan *software Optisystem*. *Software OptiSystem* merupakan *software* yang dapat digunakan untuk membuat simulasi jaringan pada sistem serat optik. Perancangan sistem dilakukan sesuai dengan rumusan masalah yang ada dan parameter-parameter yang akan dilakukan analisis sehingga nantinya akan mendapatkan data sesuai dengan yang dibutuhkan simulasi.

Tahap keempat yaitu tahapan membuat perancangan simulasi DWDM menggunakan *software Optisystem 7*. Jika terjadi kesalahan akan melakukan perancangan sistem kembali dan jika berhasil akan melakukan analisis data.

Tahap kelima yaitu analisis data, dimana hasil dari simulasi sistem yang sudah diketahui kinerjanya. Melakukan analisis hasil simulasi berupa *Bit Error Rate* (BER) dan *Q Factor*. Penelitian ini membandingkan penguat EDFA-ROA dan tanpa menggunakan penguat dari sisi *Bit Error Rate* (BER) dan *Q-Factor*.

Tahap terakhir dari penelitian ini yaitu kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan. Dari analisis yang telah dilakukan terhadap sistem DWDM akan diambil kesimpulan-kesimpulan yang sesuai dengan hasil data dan analisis.

### 3.3 DIAGRAM BLOK SISTEM



**Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem**

Pada gambar 3.2 merupakan sebuah gambar diagram blok dari sistem DWDM yang menggunakan dua buah penguat yaitu EDFA dan ROA. Pada blok diagram diatas mempunyai tiga bagian yaitu, bagian blok pengirim, blok transmisi dan blok penerima.

Pada blok pengirim terdiri dari *Pseudo Random Binary Sequence* (PRBS) mengirimkan bit-bit informasi menuju *NRZ Pulse Generator* untuk mengirimkan sinyal elektris menuju *Mach Zehnder Modulator*. Pada *CW Laser* mengirimkan sinyal optik dengan menggunakan parameter yang sudah diatur dan terjadi proses modulasi pada *Mach Zehnder Modulator* menghasilkan sinyal keluaran, kemudian *Mach-zehnder Modulator* mengirimkan sebuah sinyal optik menuju *multiplexer*.

Pada Blok Transmisi terdapat dua skenario yaitu, skenario pertama akan menggunakan penguat dan skenario kedua tanpa penguat. Lalu jenis serat optik yang digunakan yaitu *single mode fiber*.

Blok penerima pada penelitian ini terdiri dari WDM Demux, Kemudian jenis *Photodetector* yang akan digunakan *Avalanche Photodiode* (APD) yang

berfungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik dan BER *analyzer* digunakan untuk mengetahui nilai dari Q-faktor, *Bit Error Rate* (BER).

Pada tabel 3.1 merupakan parameter spesifikasi yang digunakan pada perancangan rangkaian DWDM, pada sisi pengirim panjang gelombang yang digunakan yaitu 1552.52 – 1540.56 nm, dengan menggunakan variasi daya pada CW Laser sebesar 0 dBm, 2 dBm, dan 4 dBm. Perancangan rangkaian DWDM ini menggunakan kanal sebanyak 16 buah dengan spasi kanal 1.6 nm dan menggunakan bit rate sebesar 10 Gbps.

**Tabel 3.1 Parameter Pengirim**

PARAMETER	SATUAN	NILAI
<i>Wevelength</i>	Nm	1552.52-1540.56
Power CW Laser	dBm	0, 2, 4
<i>Spacing Channel</i>	Nm	1,6
<i>Bit Rate</i>	Gbps	10
<i>Inputs Ports Mux</i>	-	16

**Tabel 3.2 ITU Grid Channels (100 GHz Spacing)**

Kanal	Frekuensi (THz)	Panjang Gelombang (nm)
1	193.1	1552.52
2	193.2	1551.72
3	193.3	1550.92
4	193.4	1550.12
5	193.5	1549.32
6	193.6	1548.51
7	193.7	1547.72
8	193.8	1546.92
9	193.9	1546.12
10	194	1545.32
11	194.1	1544.53
12	194.2	1543.73
13	194.3	1542.94
14	194.4	1542.14
15	194.5	1541.35
16	194.6	1540.56

Pada tabel 3.2 menunjukkan penggunaan panjang gelombang pada simulasi, panjang gelombang yang digunakan pada simulasi menggunakan 16 kanal dan spasi kanal 1.6nm menurut DWDM ITU Table Grid Channel (200 GHz *Spacing*) adalah pada kanal 1 dengan frekuensi 193.1 THz menggunakan panjang gelombang 1552.52 nm, pada kanal 2 dengan frekuensi 193.2 THz menggunakan panjang gelombang 1551.72 nm, pada kanal 3 dengan frekuensi 193.3 THz menggunakan panjang gelombang 1550.92 nm, pada kanal 4 dengan frekuensi 193.4 THz menggunakan panjang gelombang 1550.12 nm, pada kanal 5 dengan frekuensi 193.5 THz menggunakan panjang gelombang 1549.32 nm, pada kanal 6 dengan frekuensi 193.6 THz menggunakan panjang gelombang 1548.51 nm, pada kanal 7 dengan frekuensi 193.7 THz menggunakan panjang gelombang 1547.72 nm, pada kanal 8 dengan frekuensi 193.8 THz menggunakan panjang gelombang 1546.92 nm, pada kanal 9 dengan frekuensi 193.9 THz menggunakan panjang gelombang 1546.12 nm, pada kanal 10 dengan frekuensi 194 THz menggunakan panjang gelombang 1545.32 nm, pada kanal 11 dengan frekuensi 194.1 THz menggunakan panjang gelombang 1544.53 nm, pada kanal 12 dengan frekuensi 194.2 THz menggunakan panjang gelombang 1543.73 nm, pada kanal 13 dengan frekuensi 194.3 THz menggunakan panjang gelombang 1542.94 nm, pada kanal 14 dengan frekuensi 194.4 THz menggunakan panjang gelombang 1542.14 nm, pada kanal 15 dengan frekuensi 194.5 THz menggunakan panjang gelombang 1541.35 nm dan terakhir pada kanal 16 dengan frekuensi 194.6 THz menggunakan panjang gelombang 1540.56 nm.

### **3.4 MEDIA TRANSMISI**

Pada Tabel 3.3 berisi tentang parameter yang akan digunakan pada blok transmisi. Panjang kabel fiber sebesar 100 km, menggunakan nilai redaman sebesar 0.2 dB/km dan nilai dispersi sebesar 16.75 Ps/nm/km, pada media transmisi juga menggunakan serat optik DCF yang berfungsi untuk mengatasi dispersi yang terjadi pada single mode fiber. Untuk penggunaan DCF sebesar - 16.75 Ps/nm/km. Sedangkan untuk gain pada EDFA sebesar 5 dB dan juga menggunakan gain pada ROA sebesar 3 dB.

**Tabel 3.3 Parameter Transmisi**

PARAMETER	SATUAN	NILAI
<i>Length</i>	km	100
<i>Attenuation</i>	dB/km	0,2
<i>Dispersion</i>	ps/nm/km	16,76
<i>Dispersion Compensating Fiber (DCF)</i>	ps/nm/km	-16,75
<i>Gain EDFA</i>	dBm	5
<i>Gain ROA</i>	dBm	3

### 3.5 MEDIA PENERIMA

Pada tabel 3.4 merupakan parameter pada sisi penerima dengan menggunakan kanal keluaran sebanyak 16 buah, panjang gelombang sebesar 1552.52 – 1540.56 nm, dengan responsivitas photodetector APD sebesar 1 A/W dan gain photodetector sebesar 3 dB.

**Tabel 3.4 Parameter Penerima**

PARAMETER	SATUAN	NILAI
<i>Wavelength spacing</i>	Nm	1552.52-1540.56
<i>Responsivity</i>	A/W	1
<i>Bandwith</i>	Gbps	100
<i>Output port demux</i>	-	16

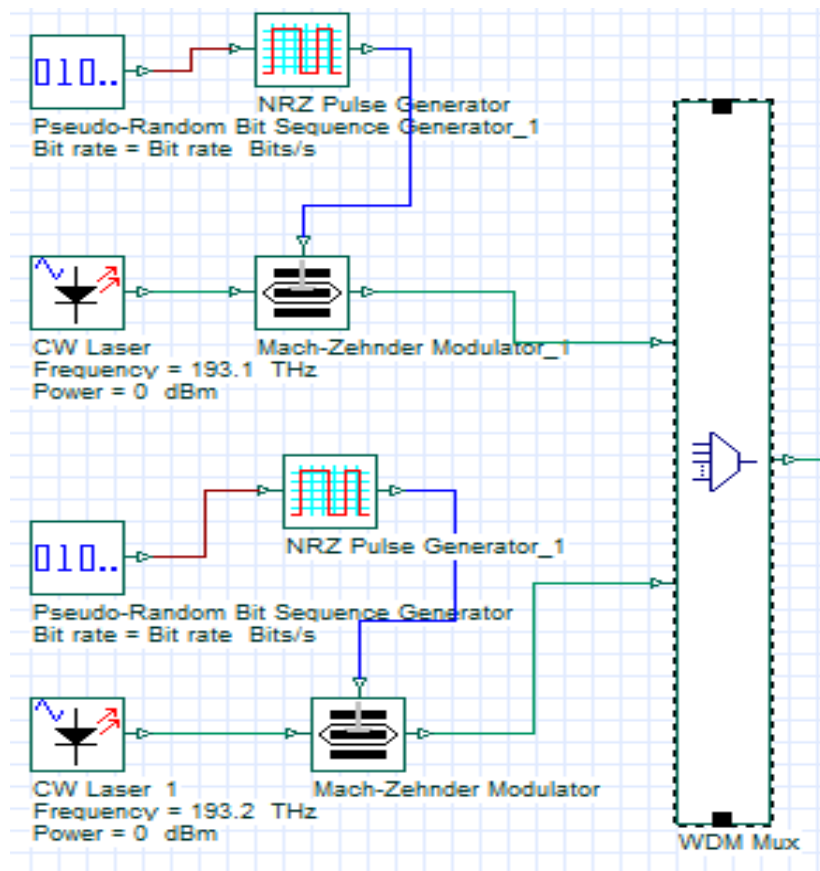
### 3.6 SKENARIO PENELITIAN

Penelitian ini membahas kinerja sistem DWDM berdasarkan parameter *Bit Error Rate* (BER), *Q-Factor*, dan Daya Terima. Model rancangan dibuat menjadi dua skenario yaitu menggunakan penguat dan tanpa penguat, penguat yang digunakan EDFA dan ROA. Perancangan menggunakan 16 kanal, spasi kanal yang digunakan sebesar 1,6 nm. Penelitian ini dilakukan dengan variasi daya CW *Laser* dengan nilai 0 dBm, 2 dBm dan 4 dBm. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menganalisis perbandingan pada kinerja sistem DWDM dan mengetahui nilai dari *Q-Faktor*, *Bit Error Rate* (BER) dan daya terima.

Tabel 3.5 Skenario Rancangan Media Transmisi

SKENARIO	PENGUAT		PARAMETER
SKENARIO 1	EDFA	ROA	BER dan Q-FAKTOR
SKENARIO 2	-	-	BER dan Q-FAKTOR

### 3.7 MODEL PERANCANGAN DARI PENELITIAN

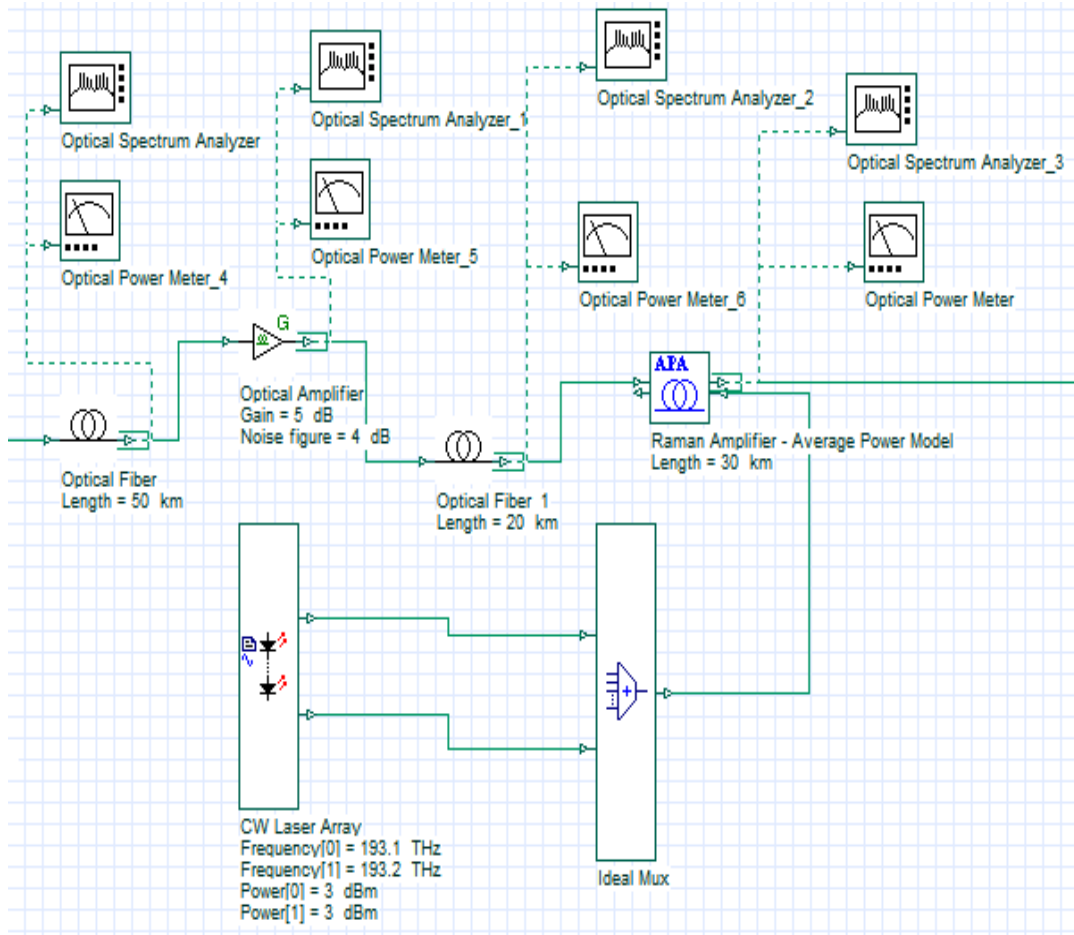


Gambar 3.3 Blok Transmitter

Pada blok pengirim terdapat 16 komponen PRBS, CW Laser, NRZ Pulse Generator dan Mach Zehnder. Rancangan sistem ini menggunakan *bitrate* 10 Gbps,. Panjang gelombang yang digunakan adalah 1552.52 nm sampai dengan 1540.56 nm, menggunakan *link* sepanjang 100 km, spasi kanal 1.6 nm dan variasi daya pada CW Laser 0 dBm, 2 dBm, 4 dBm. Jumlah port pada WDM mux yaitu 16 buah port masukan dan 1 buah port keluaran. Pada 16 port tersebut dilakukan pengaturan panjang gelombang yaitu 1552.52, 1551.72, 1550.92, 1550.12,



1549.32, 1548.51, 1547.72, 1546.92, 1546.12, 1545.32, 1544.53, 1543.73, 1542.94, 1542.14, 1541.35, dan 1540.56 nm. kemudian seluruh panjang gelombang digabungkan menggunakan *multiplexer* atau *WDM mux*.

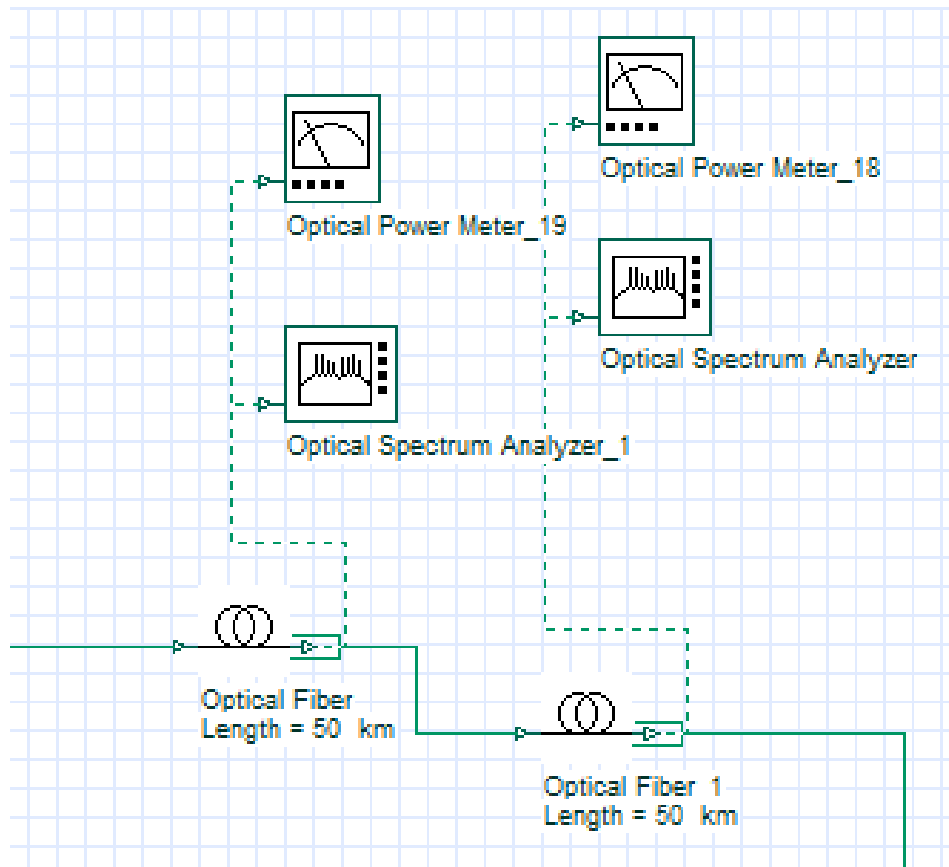


**Gambar 3.4 Blok Transmisi Pada Penguat EDFA-ROA**

Pada bagian media transmisi EDFA-ROA terdapat serat optik tipe *single mode* dan serat optik tipe DCF (*Dispersion Compensating Fiber*) yang telah melewati dari blok pengirim dan penguat optik yaitu *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA) yang penempatan penguatan yaitu *in-line amplifier* dan penguat optik *Raman Optical Amplifier* (ROA) yang penempatan penguatan yaitu *postamplifier*.

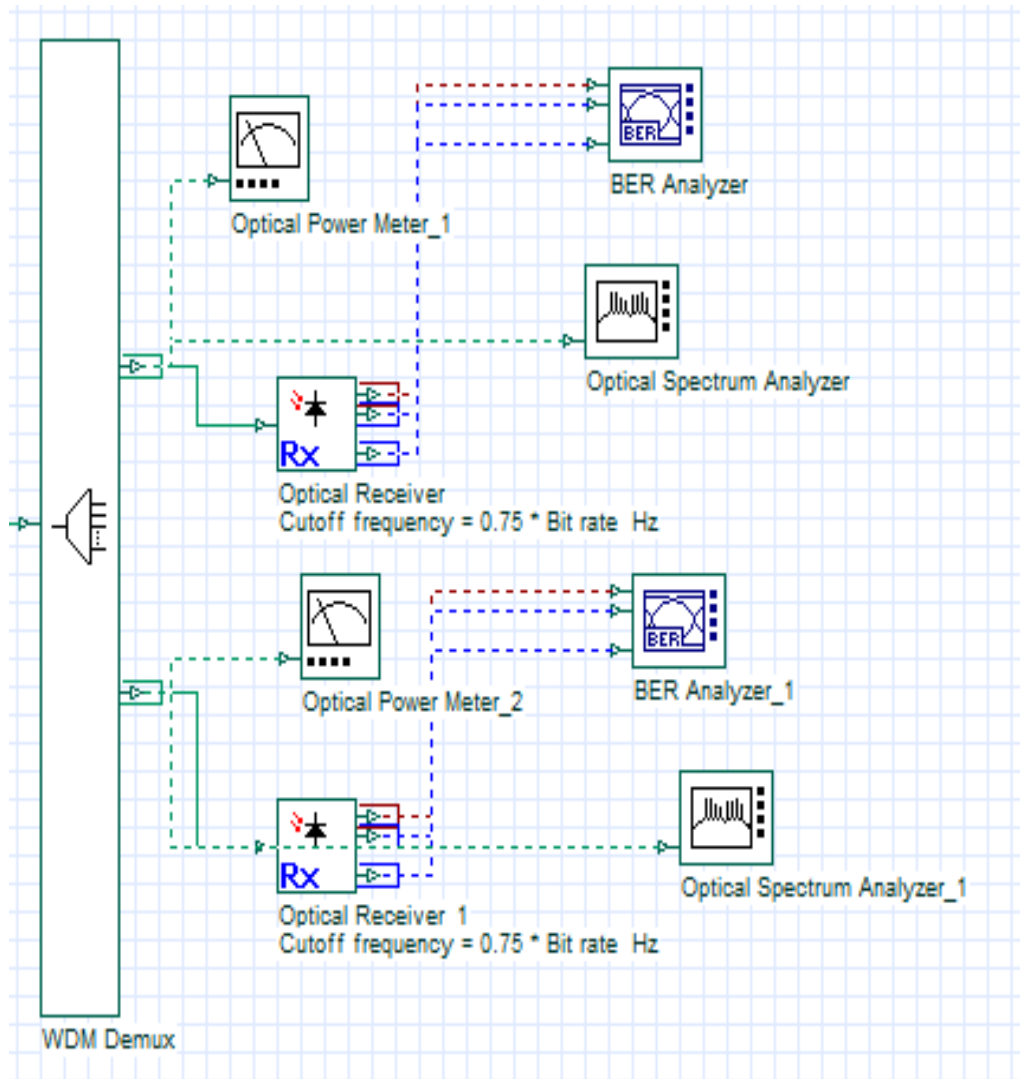
Serat optik yang digunakan pada simulasi ini berjenis *single mode* karena pada serat optik jenis *single mode* terdapat kelebihan yaitu *bandwidth* yang lebar sehingga memungkinkan transmisi kanal yang banyak, dan memiliki efek dispersi yang minim. Dengan menggunakan dispersi 16.75 ps/(nm\*km). Serat optik tipe DCF menghasilkan dispersi negatif yang dapat mengkompensasi dispersi yang

terjadi pada jarak yang telah ditentukan. Dan diberikan 16 pump laser untuk meningkatkan daya pada penguat ROA yang dikirimkan oleh transmitter. Pada EDFA terdapat attenuasi sebesar 0.2 dB/km. *Gain* yang digunakan pada EDFA untuk menguatkan sinyal optik yaitu 5 dB dan ROA 3 dB.



**Gambar 3.5 Blok Transmisi Tanpa Penguat**

Pada bagian media transmisi tanpa penguat terdapat serat optik tipe *single mode* dan serat optik tipe DCF (*Dispersion Compensating Fiber*) dengan total jarak 100. Serat optik yang digunakan pada simulasi ini berjenis *single mode* karena pada serat optik jenis *single mode* terdapat kelebihan yaitu *bandwidth* yang lebar sehingga memungkinkan transmisi kanal yang banyak, dan memiliki efek dispersi yang minim. Dengan menggunakan dispersi 16.75 ps/(nm\*km). Serat optik tipe DCF menghasilkan dispersi negatif yang dapat mengkompensasi dispersi yang terjadi pada jarak yang telah ditentukan..



**Gambar 3.6 Blok Receiver**

Pada blok penerima terdapat *demultiplexer*, *photodetector* APD sebagai *detector optic*, *Low pass Bessel filter* dan *BER analyzer* sebagai alat ukur pada *receiver*. *Demultiplexer* digunakan untuk memisahkan panjang gelombang yang terdapat dalam satu serat ke dalam serat yang berbeda-beda, sehingga sinyal yang telah melewati *demultiplexer* pada setiap seratnya akan berisi satu panjang gelombang. *Photodetector* APD digunakan untuk sebagai *detector* optik, yang berfungsi untuk menerima cahaya yang telah ditransmisikan dan merubahnya kembali dari sinyal cahaya ke sinyal listrik.

*Low pass Bessel filter* (LPBF) digunakan untuk menyaring *noise* pada sinyal yang telah ditransmisikan. untuk melihat hasil nilai BER dan *Q-Factor* pada simulator maka menggunakan perangkat *BER analyzer*.

### 3.8 PARAMETER EKSPERIMEN

Parameter yang digunakan untuk perancangan sistem *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) menggunakan jumlah kanal sebanyak 16 kanal dengan panjang gelombang 1552.52 nm – 1540.56 nm dan panjang 100 km. Pada penelitian ini akan menggunakan variasi daya masukan (input) dimana daya yang dianalisis dari 0 dBm, 2 dBm dan 4 dBm. Perancangan sistem *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) menggunakan *software Optisystem 7*. Parameter yang akan di analisis pada sistem *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) antara lain:

#### 1) **Bit Error Rate (BER)**

Bit Error Rate (BER) merupakan kesalahan pada laju bit yang terjadi dalam sistem transmisi digital, BER juga diartikan sebagai perbandingan dari bit yang mengalami error dengan keseluruhan total bit yang dikirimkan. BER memiliki nilai rekomendasinya dimana besaran ini merupakan ukuran kualitas sinyal dalam sistem komunikasi digital. Teknologi komunikasi data maksimum BER nya yaitu  $10^{-9}$ .

#### 2) **Q-Factor**

Q-Faktor merupakan penentu baik buruknya kualitas sinyal pada sistem komunikasi serat optik, dengan rekomendasi untuk nilai Q-Faktor yang baik dengan nilai 6 atau  $10^{-9}$  dalam *Bit Error Rate* (BER).