

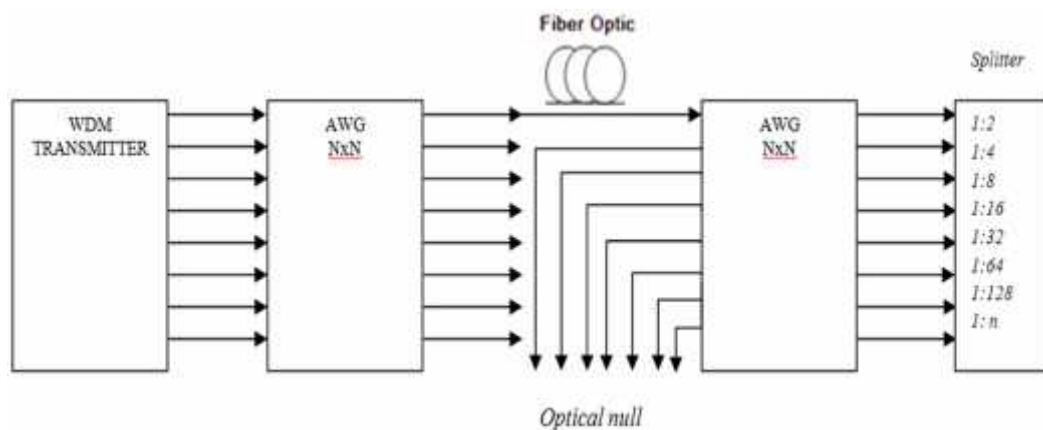
## BAB III

### PEMODELAN DAN SIMULASI

Pada bab ini pembahasan yang akan dijelaskan meliputi simulasi pemodelan jaringan yang di-*design* menggunakan *software optisystem*. Langkah ini dilakukan dengan tujuan agar mempermudah penulis dalam melakukan pemodelan dan perhitungan pada sebuah jaringan akses serat optik untuk jaringan WDM yang menggunakan teknologi AWG-GPON. *Software optisystem* dilengkapi dengan *virtual instrumt*, sehingga pemodelan jaringan optik murni yang menggunakan teknologi GPON dapat dilakukan secara lancar dan mudah tanpa gangguan keterbatasan biaya dan peralatan.

#### 3.1 Pemodelan Jaringan

Gambar 3.1 di bawah merupakan model dari WDM-GPON menggunakan AWG secara umum.



Gambar 3.1. Model Jaringan WDM-GPON Menggunakan AWG Secara Umum

Keterangan :

1. *WDM Transmitter*

*Wavelength Division Multiplexer (WDM) Transmitter* digunakan untuk menghasilkan sinyal masukan pada model jaringan ini, dimana pada *WDM Transmitter* ini dapat membuat banyak sinyal masukan yang bisa kita atur.

2. *Array Waveguide Grating (AWG)*

*Array Waveguide Grating (AWG)* berfungsi sebagai *multiplexing* dan *demultiplexing* yang memiliki jumlah kanal banyak dan jumlah kanal antara *input* dan *output* sama.

3. Serat Optik

Serat optik digunakan sebagai media transmisi pengiriman sinyal informasi.

4. *Passive Splitter*

Perangkat ini digunakan untuk melakukan percabangan sinyal informasi ke beberapa *receiver* yang ada, tingkatan dari *splitter* ini yaitu: 1:2, 1:4, 1:8, hingga 1:n.

5. *Optical null*

Alat ini digunakan sebagai penanda tidak ada sinyal masukan pada *Array Waveguide Grating (AWG)* pada sisi input sebelum *demultiplexer*.

Berdasarkan model jaringan di atas maka terlihat bahwasannya beberapa sinyal masukan yang dikirim oleh *WDM Transmitter* akan di-*multiplexing* oleh *Array Waveguide Grating (AWG)*, kemudian akan ditransmisikan melalui serat optik sebagai media pengiriman, setelah itu sinyal masukan akan di-*demultiplexing* menggunakan *Array Waveguide Grating (AWG)* dimana pada *AWG* ini sisi penerima dan pengirim sama, maka pada masukan *demultiplexing* akan diberikan *optikal null* yang berfungsi sebagai penanda bahwasanya tidak ada sinyal masukan di-*line* tersebut, setelah di-*demultiplexing* menggunakan *Array Waveguide Grating (AWG)*, sinyal keluaran dari *demultiplexing* akan di-*split* menggunakan *Passive Splitter (PS)* untuk didistribusikan ke *receiver*.

### 3.2 Parameter Set Up

Parameter-parameter yang digunakan dalam memodelkan dan mensimulasikan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1. *Global Parameter Pada Optisystem*

Nama	Nilai	Satuan
<i>Bit Rate</i>	24000000000	Bit/s
<i>Time Window</i>	$5,33 \times 10^{-9}$	s
<i>Sample Rate</i>	15360000000000	Hz
<i>Sequench Length</i>	128	Bits
<i>Sample per Bit</i>	64	
<i>Number of Samples</i>	8192	
<i>Sensitivity</i>	-80	dBm

Pembangkit sinyal yang digunakan adalah PRBS dengan *bit rate* sebesar 2,4 Gbit/s sesuai dengan standar ITU-T G984.1 tahun 2003.

Serat optik yang digunakan pada model jaringan ini adalah serat optik jenis *step index singlemode*, dengan pengaturan parameter serat optik sebagai berikut.

Tabel 3.2. Parameter Serat Optik pada *Optisystem*

Parameter	Nilai	Satuan
<i>Reference Wavelength</i>	1550	nm
<i>Attenuation</i>	0,2	dB/km
<i>Lower Calculation Limit</i>	1200	nm
<i>Upper Calculation Limit</i>	1700	nm

*Rayleigh scattering* terjadi pada panjang gelombang 1550 nm saja. Sehingga redaman diasumsikan sebesar 0,2 dB/km yang merupakan redaman keseluruhan, yaitu redaman *rayleigh scattering*, *micro bending*, serta *mode coupling*. Redaman *micro bending* dan *mode coupling* merupakan redaman pada

serat optik yang diakibatkan oleh proses pembuatan serat optik yang tidak sempurna, redaman tersebut sangat kecil atau kurang dari 0,05 dB.

*Transmitter* yang digunakan pada model jaringan ini adalah WDM *transmitter*, dengan pengaturan parameter pada WDM *transmitter* sebagai berikut

Tabel 3.3. Parameter WDM *Transmitter* pada *Optisystem*

Nama	Nilai	Satuan
<i>Number of Output Ports</i>	8	
<i>Frequency</i>	1550	nm
<i>Frequency Spacing</i>	0,05-1,2	nm
<i>Power</i>	0	dB/km
<i>Linewidth</i>	10	MHz

Pada parameter *multiplexer-nya* yang digunakan pada model jaringan ini adalah AWG NxN, dengan pengaturan parameter pada AWG NxN sebagai berikut

Tabel 3.4. Parameter AWG NxN pada *Optisystem*

Nama	Nilai	Satuan
<i>Size</i>	8	
<i>Configuration</i>	<i>Mux/Dem</i>	
<i>Frequency</i>	1550	nm
<i>Bandwidth</i>	2,4	GHz
<i>Frequency Spacing</i>	0,1	nm

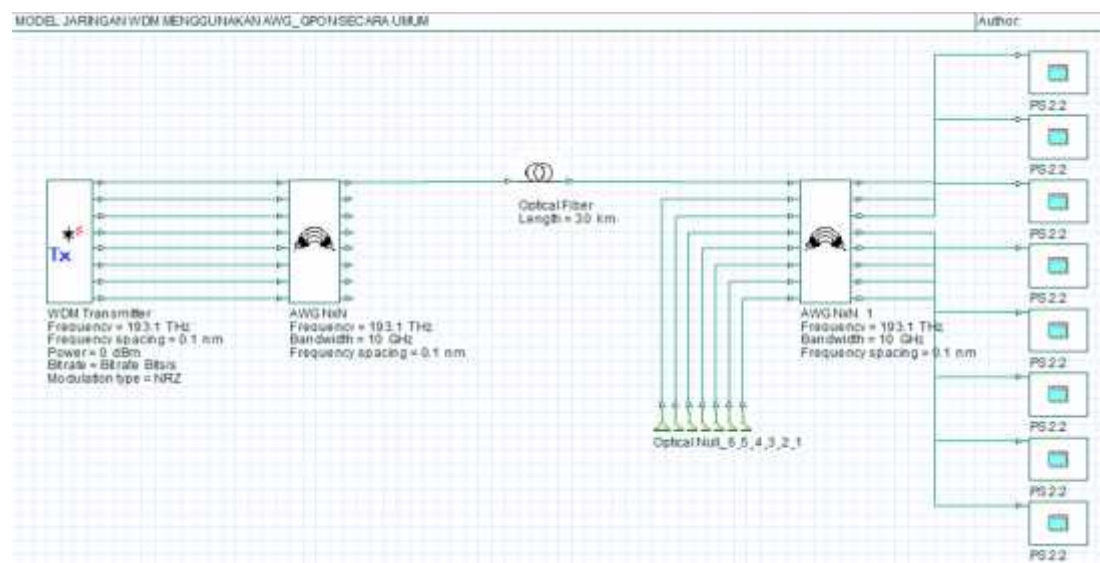
Pada AWG NxN pengaturan konfigurasi pada *optisystem* dapat mengubah fungsi dari AWG menjadi *multiplexer* atau *demultiplexer*.

### 3.3 Skenario Kerja

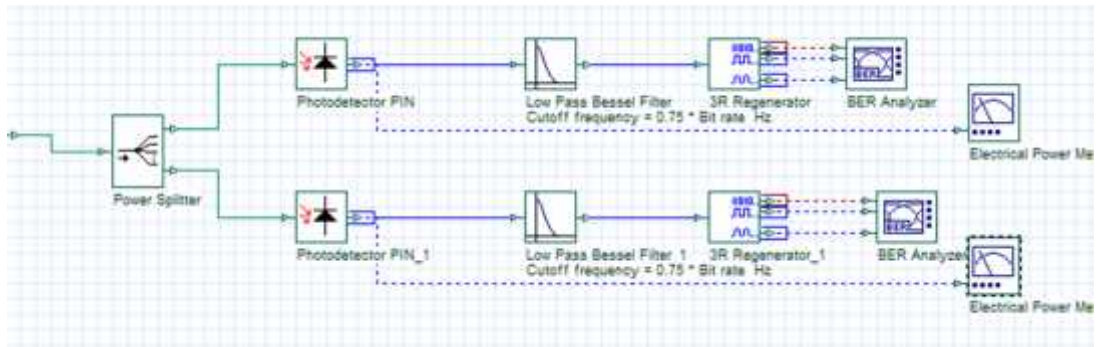
#### 3.3.1 Verifikasi Sistem

Pada skenario pertama, untuk membuat rancangan model jaringan WDM-GPON dengan menggunakan AWG, penulis akan melakukan verifikasi terhadap model jaringan yang akan dibuat dengan mengikuti standar ITU-T. Salah satu standar untuk mendapatkan sebuah jaringan dengan performansi yang baik adalah BER. Sesuai dengan standar BER yang ditetapkan oleh ITU-T untuk teknologi GPON adalah  $10^{-11}$  dan untuk teknologi DWDM sebesar  $10^{-12}$ , maka pada tahapan verifikasi ini diambil nilai minimum BER adalah sebesar  $10^{-12}$ .

Model jaringan WDM menggunakan AWG-GPON secara umum dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2. Model Jaringan WDM-GPON menggunakan AWG pada *Optisystem*

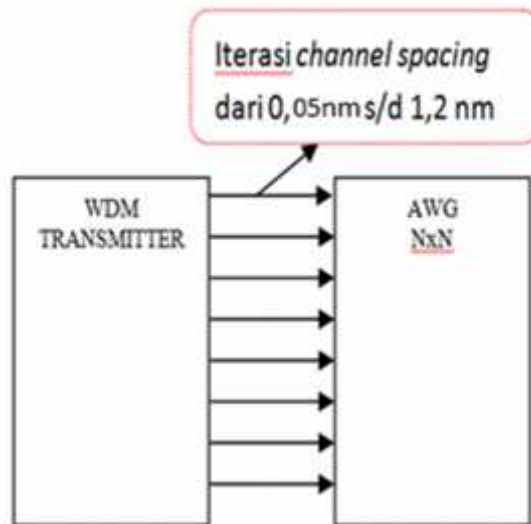


Gambar 3.3. *Subsystem Model Jaringan WDM-GPON menggunakan AWG pada Optisystem*

Setelah model dibuat menggunakan *software optisystem* langkah selanjutnya adalah membuktikan apakah jaringan yang telah kita buat pada *optisystem* dapat dijalankan dengan baik atau tidak yaitu dengan cara *running*. Jika model jaringan yang telah dibuat pada *optisystem* dapat berjalan sesuai yang diinginkan, maka untuk langkah selanjutnya dapat mempermudah dalam membuat model jaringan lainnya, seperti untuk mengetahui *channel spacing* minimum, jarak maksimum, panjang gelombang yang dapat dimultipleks pada jaringan ini, dan mengetahui jumlah *split ratio* pada model jaringan *unidirectional* dan *bidirectional* serta membandingkan penggunaan *multiplexer* AWG dengan WDM *multiplexer*.

### 3.3.2 Penentuan *Channel Spacing* Minimum

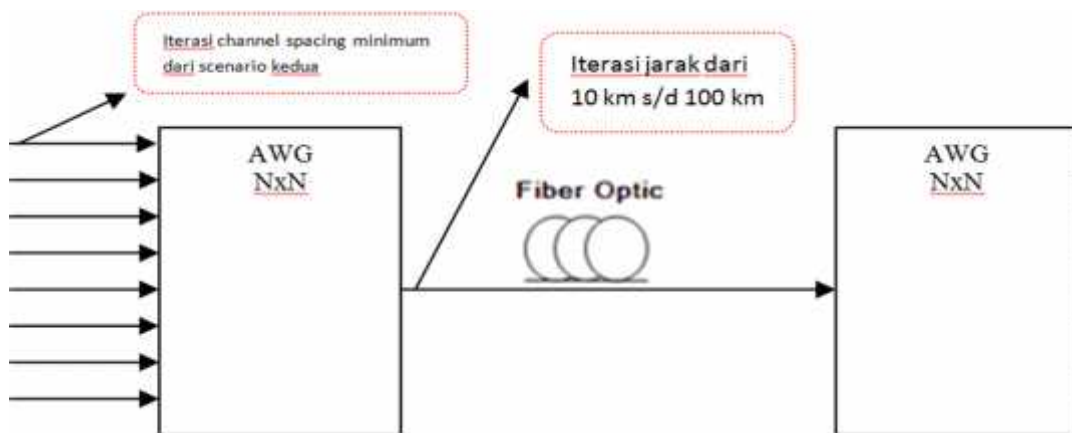
Pada tahap skenario kedua penulis ingin mengetahui *channel spacing* minimum yang dapat diterapkan pada model jaringan yang telah dirancang pada skenario pertama. Untuk mendapatkan *channel spacing* minimum, dilakukan iterasi terhadap *frequency spacing* pada WDM *transmitter* dan AWG NxN mulai dari 0,05 nm sampai dengan 1,2 nm, seperti terlihat di bawah ini.



Gambar 3.4. Skenario Penelitian Iterasi *Channel Spacing*

### 3.3.3 Penentuan Jarak Maksimum

Pada skenario ketiga ini penulis akan melakukan 10 iterasi mulai dari 10 km sampai dengan 100 km untuk mengetahui jarak maksimum pembentangan serat optik dari sentral sampai ke pelanggan dengan memperhatikan nilai BER sesuai dengan standart ITU-T sebesar  $10^{-12}$ . *Channel spacing* yang diterapkan pada skenario ini adalah *channel spacing* minimum yang diperoleh dari hasil simulasi skenario kedua. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

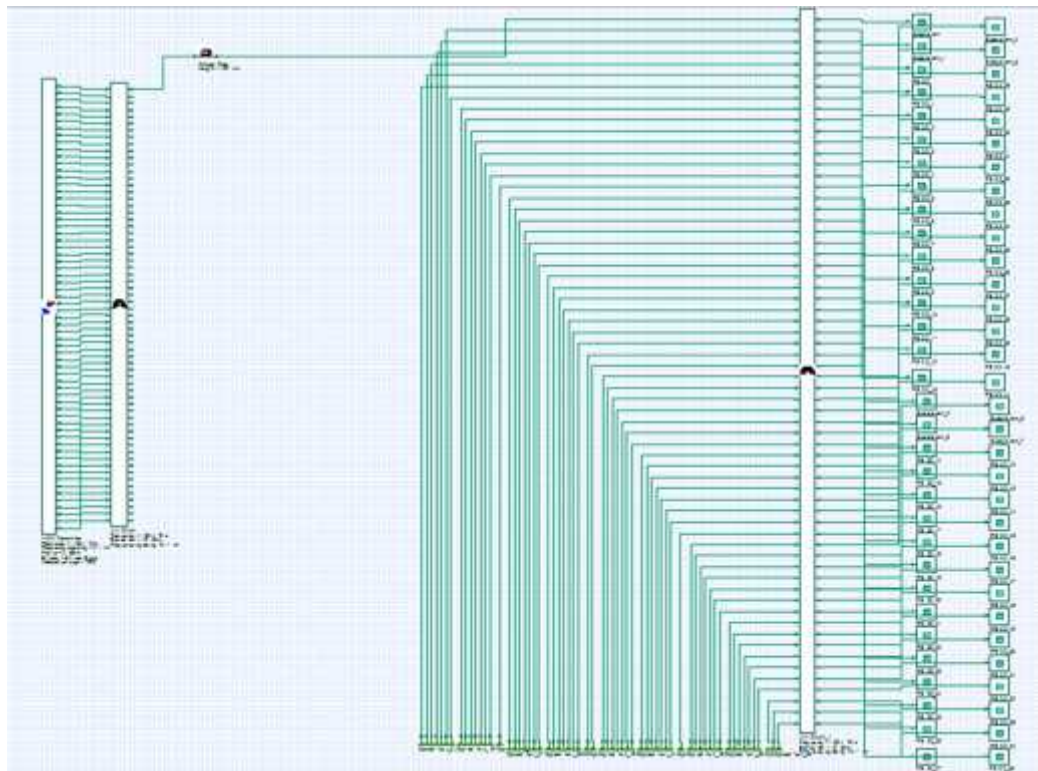


Gambar 3.5. Skenario Penelitian Iterasi Jarak

### 3.3.4 Penentuan Jumlah Panjang Gelombang Maksimum yang dapat dimultipleks

Pada skenario keempat, *Channel spacing* minimum hasil dari skenario kedua akan menentukan jumlah panjang gelombang maksimum yang dapat dimultipleks. Pada skenario keempat ini penulis akan menerapkan *range* panjang gelombang mulai dari 1550 nm sampai dengan 1640 nm. Seperti yang telah diuraikan pada Tujuan di Bab I, hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah saluran maksimum yang dapat dimultipleks oleh sistem dengan memperhatikan nilai BER pada penerima.

Gambar 3.6 berikut menampilkan model sistem pemultipleksan saluran dengan perbedaan panjang gelombang sebesar *channel spacing* minimum yang diperoleh pada skenario kedua untuk masing-masing salurannya.



Gambar 3.6. Model Jaringan WDM menggunakan AWG-GPON dengan Jumlah Panjang Gelombang Maksimum yang dapat dimultipleks

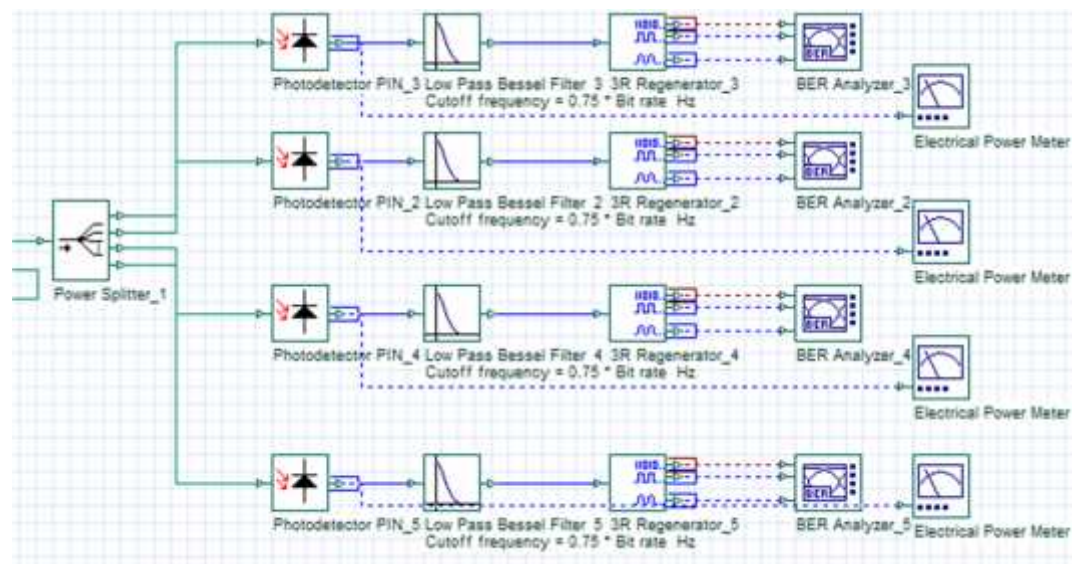


### 3.3.5 Penentuan *Split Ratio* Maksimum

Pada skenario kelima akan ditentukan *split* atau pencabangan saluran maksimum yang dapat diimplementasikan pada model sistem. Penentuan *split ratio* maksimum pada Tugas Akhir ini dilakukan pada model jaringan WDM-GPON menggunakan AWG untuk sistem *unidirectional* dan *bidirectional*.

*split ratio* yang akan diterapkan mulai dari 1:2 hingga 1:n, penentuan *split ratio* maksimum dilihat dari nilai BER minimum pada jaringan.

Gambar 3.7 menampilkan model jaringan WDM-GPON menggunakan AWG untuk sistem *unidirectional* dengan *splitter* 1:4.

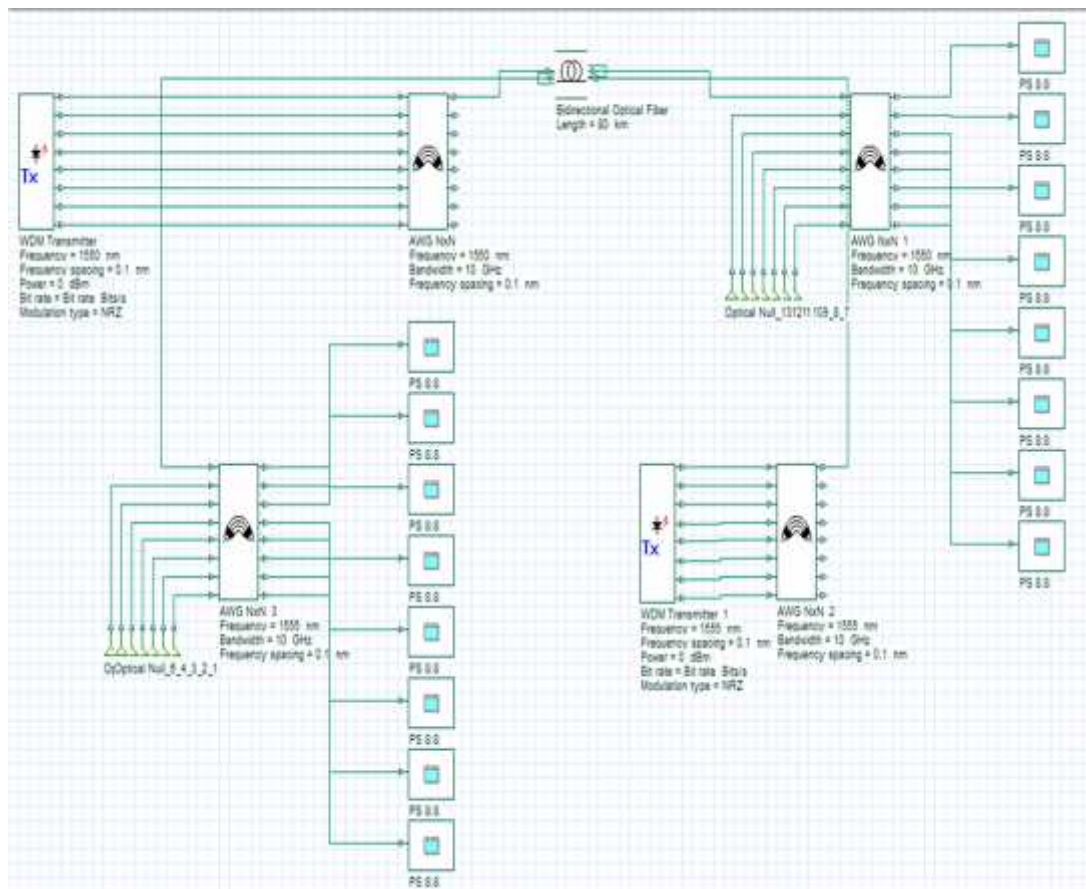


Gambar 3.7. *Subsystem* Model Jaringan *Unidirectional* WDM-GPON menggunakan AWG dengan *Splitter* 1:4

Model jaringan pada gambar 3.7 di atas merupakan salah satu model jaringan *unidirectional* dengan *splitter* 4 tingkat yang menggunakan jarak transmisi 10 km hingga 100 km dan pencabangan pada *ratio* 1:4. Dengan menggunakan beberapa variasi terhadap jarak transmisi dan jumlah pencabangan (*split*).

Setelah model jaringan *unidirectional* dengan *splitter* 1:2 dan 1:4 tingkat disimulasikan, selanjutnya mensimulasikan model jaringan *unidirectional* dengan *splitter* 1:8, 1:16 dan tidak hingga untuk mendapatkan *split ratio* maksimum sesuai dengan parameter BER minimum.

Sama halnya dengan simulasi *unidirectional*, model jaringan *bidirectional* juga disimulasikan menggunakan *split ratio* mulai dari 1:2 hingga 1:n, yang membedakan antara *unidirectional* dan *bidirectional* adalah dimana proses *bidirectional* dilakukan secara dua arah. Untuk model jaringan *bidirectional* ini menggunakan 2 kombinasi *bit rate* yaitu 1,2 Gbit/s *upstream* – 2,4 Gbit/s *downstream* dan 2,4 Gbit/s *upstream* – 2,4 Gbit/s *downstream*. Gambar 3.8 di bawah merupakan gambar model jaringan *bidirectional* WDM-GPON menggunakan AWG.



Gambar 3.8. Model Jaringan *Bidirectional* WDM-GPON menggunakan AWG

Dari gambar 3.8 di atas dapat dilihat perbedaan dengan gambar 3.7 untuk model jaringan *unidirectional*. Model jaringan *bidirectional* memiliki WDM *transmitter* pada sisi *central office* maupun sisi pelanggan. WDM *transmitter* yang terdapat pada kedua sisi tersebut berfungsi sebagai *uplink* dan *downlink*.

Setelah jumlah *Split ratio* maksimum didapatkan, penggunaan multiplexer AWG akan diganti menggunakan WDM *multiplexer* untuk melakukan perbandingan performansi pada penggunaan *multiplexer* AWG dan WDM dengan jumlah *split* maksimum yang dapat diterapkan pada jaringan ini.