

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini pembahasan yang akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan mendesain model sistem dengan menggunakan *software optisystem* 15.1. Langkah ini dilakukan agar mempermudah penulis dalam memodelkan teknologi NGPON dengan menggunakan sistem WDM. *Software optisystem* 15.1 dilengkapi dengan virtual *instrument*, sehingga memudahkan penulis dalam melakukan pengukuran tanpa terkendala keterbatasan peralatan.

3.1 Flow chart Penelitian

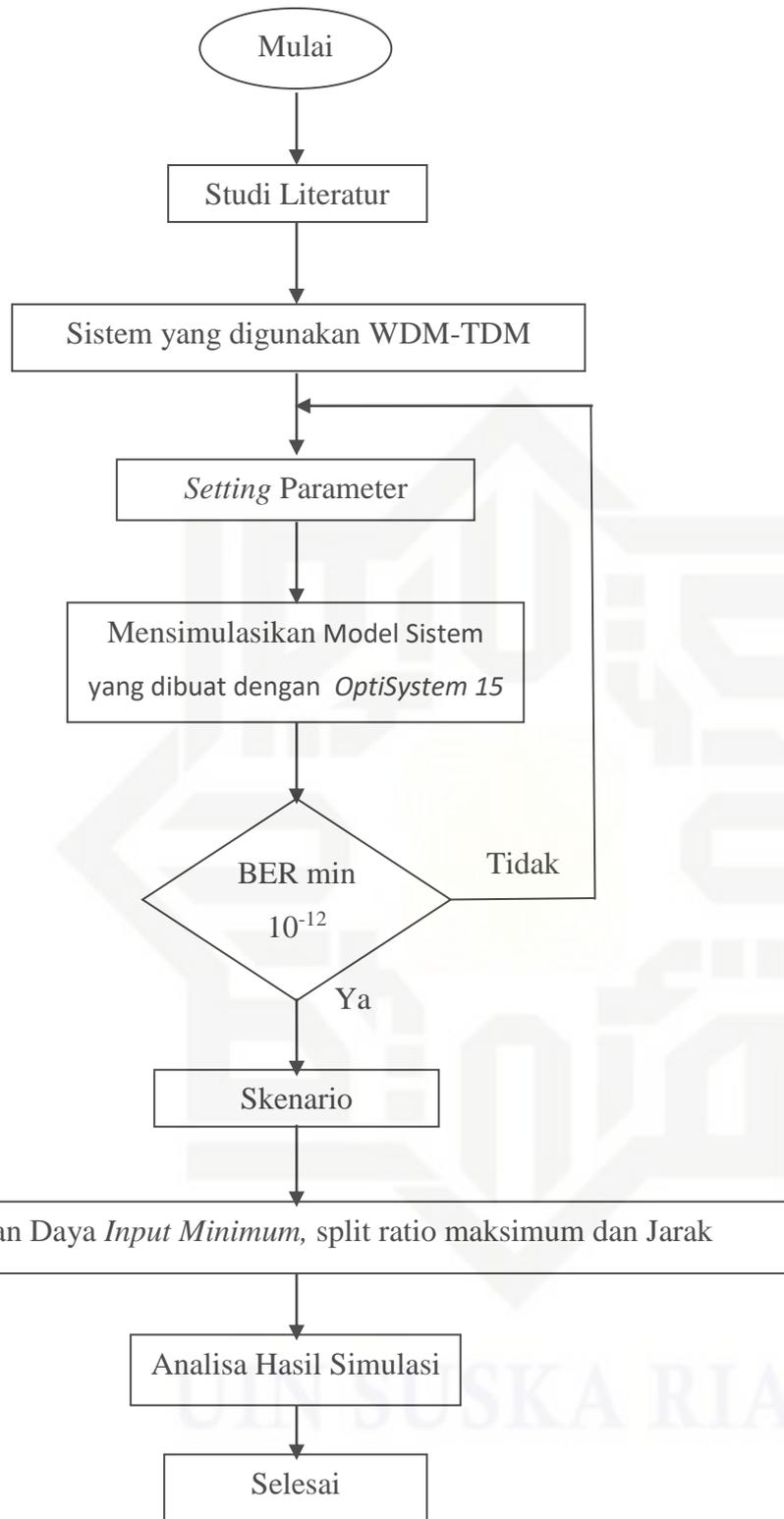
Pada bagian ini akan di jelaskan bagaimana sistematika yang akan dilakukan oleh penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Langkah pertaman dalam memulai penulisan dengan melakukan *literature review* yang akan dikerjakan penulis dengan mencari referensi-referensi yang berkaitan dengan materi yang akan dikerjakan dalam penelitian ini.

Selanjutnya setelah didapatkan masalah yang akan dibahas, peneliti melakukan perumusan masalah untuk menentukan judul dan tujuan Tugas Akhir. Berdasarkan judul dan tujuan pada Tugas Akhir ini, penulis diharapkan mampu mendesain model sistem yang akan dibuat dengan teknologi NGPON menggunakan sistem WDM-TDM menggunakan 16 kanal. Model ini akan disimulasikan dengan *software optisystem* dengan harapan dapat menghasilkan nilai *Bit Error Rate* minimum sebesar 10^{-12} , sesuai dengan standar ITU-T G.989.1 untuk teknologi NGPON dan standar ITU-T G.698.1 untuk teknologi WDM.

Tahap akahir dari pada penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap hasil yang didapatkan dari simulasi, sehingga penulis mampu menarik kesimpulan dalam mengerjakan penelitian ini. Berikut adalah *Flow Chart* penelitian yang akan dilakukan:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Flowchart penelitian

Berikut ini merupakan gambar model jaringan WDM dengan menggunakan arsitektur NGPON menggunakan *Line Coding MDRZ* pada *software OptiSystem 13*.

Keterangan:

1. LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)

Penelitian ini akan menggunakan LASER sebagai sumber optik untuk mentransmisikan sinyal ke dalam serat optik. Laser yang digunakan adalah CW Laser.

2. PRBS (*Pseudo Random Bit sequence*)

PRBS merupakan komponen yang digunakan untuk membangkitkan sinyal informasi berupa sinyal digital.

3. *Return to Zero (RZ)*

Return to Zero (RZ) berfungsi untuk mengkodekan Bit-Bit informasi yang dikirim oleh PRBS.

Mach Zehnder keluaran sinyal berupa sinyal cahaya (optik) yang membawa frekuensi tertentu untuk ditransmisikan melalui serat optik.

4. *Wavelength Division Multiplexer (WDM)*

Wavelength Division Multiplexer adalah perangkat yang digunakan untuk menggabungkan beberapa sinyal informasi dengan panjang gelombang yang berbeda-beda.

5. *Dispersion Compensating Fiber (DCF)*

DCF berfungsi untuk mengurangi dispersi pada serat optik.

6. *Singlemode Fiber (SMF)*

Singlemode Fiber (SMF) merupakan media transmisi yang digunakan untuk

7. mengirim *Modulator (MZM)*

Mach Zehnder Modulator (MZM) alat ini digunakan untuk memodulasi sinyal elektrik dari laser yang membawa frekuensi yang telah diatur sedemikian rupa.

Sehingga

sinyal informasi melalui kabel fiber optik. SMF digunakan karena

memiliki 1 mode propagasi cahaya, yaitu merambat lurus sejajar dengan core.

Sehingga rugi-rugi *delay* dapat di minimalkan.

8. PD (*Photodetector*)

Photodetector dalam penelitian ini yang akan digunakan adalah *Photodetector PIN*.

9. *BER analyzer*

Digunakan untuk mengetahui seberapa besar kesalahan dalam pengiriman sinyal.

Secara umum bagian sisi *Transmitter* digunakan sebagai perangkat yang menghubungkan sumber sinyal informasi dengan *multiplexer* yang akan dimultiplekskan agar dapat ditransmisikan melalui media transmisi. *Pseudo Random Bit Sequence* (PRBS) yang akan membangkitkan sinyal informasi digital dan diteruskan ke *line coding Return To Zero* (RZ) yang berfungsi untuk mengkodekan bit-bit informasi yang dikirim oleh PRBS. *Mach Zehnder Modulator* (MZM) alat ini digunakan untuk memodulasi sinyal elektrik dari laser yang membawa frekuensi yang telah diatur sedemikian rupa. Sehingga keluaran sinyal berupa sinyal cahaya (optik) yang membawa frekuensi tertentu untuk ditransmisikan melalui serat optik. Sinyal optik keluaran dari MZM akan di-*multiplex*-kan oleh WDM (*mux*).

Media transmisi yang digunakan dalam model sistem ini adalah serat optik dengan jenis *step indeks singlemode*. Karena serat optik jenis ini dapat digunakan untuk transmisi data dengan kapasitas *bandwidth* yang besar, memiliki performansi terbaik untuk komunikasi jarak jauh (Ajoy G, 1986).

Bagian sisi *Receiver* merupakan perangkat yang menerima sinyal informasi dari media transmisi. Sinyal digital yang ditransmisikan oleh media optik akan diterima oleh *loop control* sebelum di transmisikan ke serat optik. Keluaran lain dari *loop control* juga akan di-*demultiplex*-kan terlebih dahulu oleh WDM (*demux*) dan diteruskan ke photodetektor. Media transmisi yang digunakan dalam model sistem ini adalah serat optik dengan jenis *step indeks singlemode*, karena serat optik ini dapat digunakan untuk transmisi data dengan *bit rate* yang tinggi, mempunyai performansi terbaik untuk komunikasi jarak jauh, dan memiliki kapasitas *bandwidth* yang besar. *Singlemode Fiber* (SMF) digunakan bersama dengan DCF untuk mengurangi dispersi sinyal yang diterima berdasarkan nilai *Q-Factor* dan *Bit Error Rate* (BER). *Photodetector* akan mendeteksi sinyal cahaya dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. *BER analyzer* digunakan untuk mengetahui seberapa besar kesalahan dalam pengiriman sinyal.

3.3 Parameter *Set up* Jaringan

Di dalam *software Optisystem* terdapat parameter-parameter *Global* yang biasa digunakan dalam proses simulasi dan analisa seperti yang terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Global Parameter pada Optisystem*

Nama	Nilai	Satuan
<i>Bit Rate</i>	10×10^9	bps
<i>Time Window</i>	$0,128 \times 10^{-6}$	s
<i>Sample Rate</i>	$63,99 \times 10^9$	Hz
<i>Sequence Length</i>	128	bit
<i>Sample per Bit</i>	64	
<i>Number of Sample</i>	8192	
<i>Sensitivity</i>	-100	dBm

Pada parameter *global*, untuk nilai *time window*, *sample rate* dan *number of samples* dimana perhitungannya sebagai berikut:

- $Time\ window = Sequence\ length \times 1/Bit\ rate = 128 \times 1 / 1 \times 10^9 = 0,128 \times 10^{-6}\ s$
- $Sample\ rate = Number\ of\ samples / Time\ window = 8192 / 0,128 \times 10^{-6} = 63,99 \times 10^9\ Hz$
- Di samping *Global Parameter*, setiap komponen yang terdapat pada model sistem ini juga harus diset parameternya. Parameter yang akan diset selanjutnya adalah parameter fiber. Pengaturan parameter Fiber dapat dilihat pada tabel berikut.
- $Number\ of\ samples = Sequence\ length \times Samples\ per\ bit = 128 \times 64 = 8192\ sample$

Tabel 3.2 Parameter CW LASER (ITU-T G.698.1 WDM :2009)

Parameter	Nilai	Satuan
Frekuensi	1596.33	THz
Daya	3-11	DBm

Pada tabel 3.2 di atas frekuensi dan daya *input* CW LASER berdasarkan standar dari ITU-T G.698.1 WDM (2009).

Tabel 3.3 Parameter WDM *Multiplexer/Demux*

Nama	Nilai	Satuan
<i>Number of Output Ports</i>	4	
<i>Frequency 1</i>	185	THz
<i>Frequency 2</i>	200	THz
<i>Bandwidth</i>	10	GHz

Pada WDM *multiplexer/demux* frekuensi yang digunakan seperti pada tabel diatas sesuai standar ITU-T G.694.1 tahun 2009-2012. Sumber optik yang digunakan pada model sistem jaringan ini dengan panjang gelombang 1550.

Serat optik yang digunakan pada model jaringan ini adalah serat opik jenis *step index singlemode*, dengan parameter seperti tabel dibawah ini:

Tabel 3.4 Parameter pada serat optik

Nama	Nilai	Satuan
<i>Referance Wavelength</i>	1550	Nm
<i>Length</i>	10 – 160	Km
<i>Attenuation</i>	0,2	dB/km
<i>Lower Calcution Limit</i>	1200	Nm
<i>Upper Calculation Limit</i>	1700	Nm

Photodetector adalah salah satu komponen sistem optoelektronika digunakan untuk menangkap sinyal intensitas yang dikirim sumber cahaya lewat media transmisi. Detektor berfungsi mentransformasi besaran intensitas cahaya menjadi besaran yang lain seperti listrik.

Berikut adalah table parameter *Photodector*.

Tabel 3.5. *Photodetector*

Nama	Nilai	Satuan
<i>Frequency</i>	193,1	THz
<i>Bandwidth</i>	40	GHz

Tabel 3.5 merupakan parameter *setup Bessel Filter* pada model arsitektur NG-PON2 sistem *multiplexing* WDM .

Passive splitter atau *Splitter* merupakan *optical fiber coupler* sederhana yang membagi sinyal optik menjadi beberapa path (*multiple path*) atau sinyal-sinyal kombinasi dalam satu jalur. Selain itu *splitter* juga dapat berfungsi untuk merutekan dan mengkombinasikan berbagai sinyal optik. Alat ini sedikitnya terdiri dari 2 *port* dan bisa mencapai hingga 32 *port*. Berdasarkan ITU-T G.983.1 BPON standard direkomendasikan agar sinyal dapat dibagi

untuk 32 pelanggan, namun rasio meningkat menjadi 64 pelanggan berdasarkan ITU-T G.984 GPON standard. Berikut adalah parameter *splitter*.

Tabel 3.6. Parameter *Splitter*

Nama	Value
<i>Split Ratio</i>	
<i>Number Of Output Ports</i>	1:16,1:32,1:64,1:128,1:256

Tabel 3.6 merupakan parameter *setup Power Splitter* pada model arsitektur NGPON sistem *multiplexing WDM*.

Fungsi Bassel untuk mempertahankan bentuk gelombang sebagai berikut:

Tabel 3.7 Parameter *Bassel optical filter*

Nama	Nilai	Satuan
<i>Frequency</i>	1596.33	THz
<i>Bandwidth</i>	10	GHz

Tabel 3.7 merupakan parameter *setup Bassel Filter* pada model arsitektur *hybrid WDM/TDM PON*.

3.4 Verifikasi Sistem

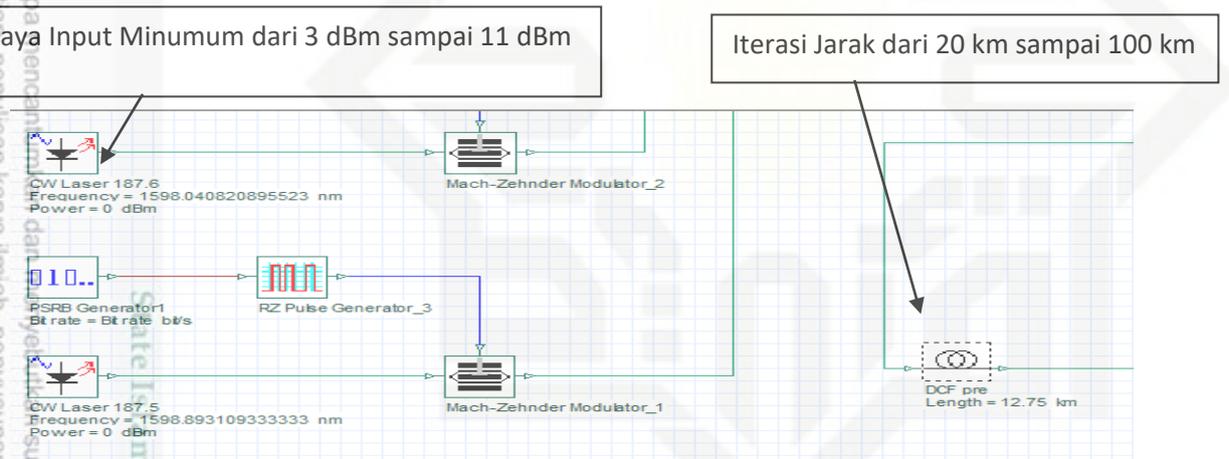
Setelah konfigurasi selesai, maka langkah selanjutnya adalah melakukan ujicoba terhadap sistem yang dirancang tersebut, jika berjalan dengan baik dan BER sistem memenuhi standar yaitu 10^{-12} maka simulasi berhasil dan penulis akan menganalisa hasilnya. Dan jika tidak memenuhi standar BER sistem yang telah ditetapkan maka kembali mengatur parameter jaringan dan dilakukan verifikasi ulang simulasi dari awal.

3.5 Skenario Penelitian

Langkah pertama yang akan dilakukan dalam penelitian adalah menverifikasi model sistem yang dibuat dengan melihat besaran parameter *Bit Error Rate* (BER) pada *receiver*. Setelah konfigurasi selesai, maka tahapan selanjutnya dilakukan ujicoba dengan cara *running* simulasi tersebut. Jika berjalan dengan baik dan simulasi berhasil, penulis dapat menganalisa hasilnya. Jika tidak, maka harus mengatur parameter jaringan dan verifikasi ulang. Model jaringan *line coding* RZ dengan arsitektur WDM-TDM PON dengan menggunakan format modulasi RZ. harus memberikan nilai 10^{-12} berdasarkan *Recommendation* ITU-T G.989.1 (2013).

3.5.1 Penentuan Daya *Input* Minimum

Pada proses ini dilakukan untuk daya *input* minimum pada jaringan WDM-TDM PON dengan arsitektur NGPON2. Berikut gambaran penentuan daya *input* minimum

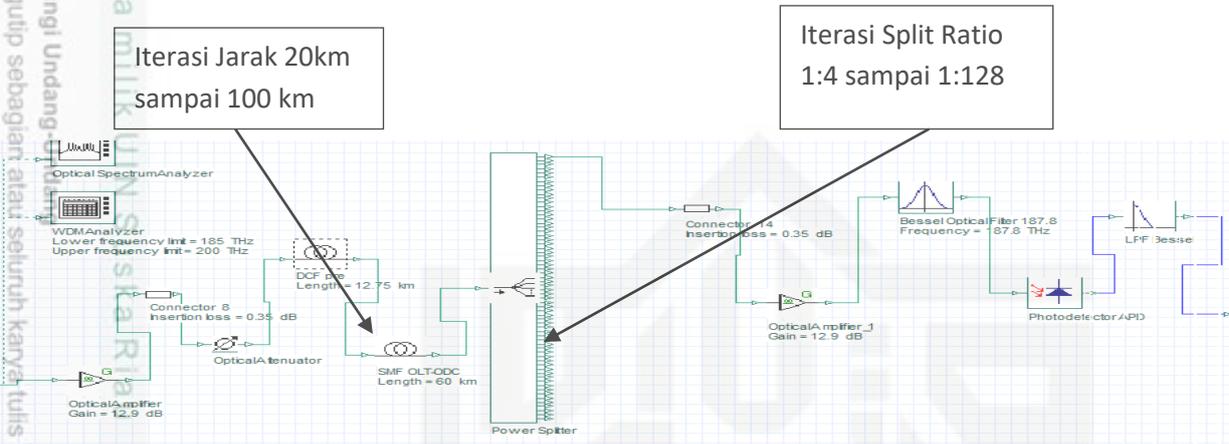


Gambar 3.4 Penentuan Daya *Input* Minimum

Pada gambar diatas, pengukuran dilakukan dengan daya input dalam CW LASER yaitu 3 dBm sampai dengan 11 dBm pada jarak 20 km akan di iterasikan sampai 100km dengan melihat parameter BER dengan standar 10^{-12} menggunakan standar ITU-T WDM (2009).

3.5.2 Penentuan *Split Ratio* Maksimum dan Jarak Transmisi Maksimum

Pada pengujian penelitian ini, dilakukan penentuan *split ratio* maksimum pada sistem jaringan WDM NGPON. Berikut gambar penentuan *Split Ratio* Maksimal:



Gambar 3.4 Penentuan *Split Ratio* Maksimal dan Jarak Transmisi Maksimum

Pada gambar diatas, penentuan *splitter ratio* dengan standar yang ditetapkan oleh ITU-T G.989.1 (2013) dari 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64 sampai 1:128 *Split ratio*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui *split ratio* maksimal serta berapa jarak transmisi Maksimal yang akan dihasilkan pada jaringan WDM-TDM PON.