

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia teknologi komunikasi dan informasi yang semakin cepat dan pesat mengakibatkan bertambahnya kebutuhan masyarakat akan layanan akses komunikasi yang handal, cepat dan efisien. Teknologi komunikasi serat optik merupakan jawaban dari keterbatasan akses komunikasi. Teknologi komunikasi serat optik saat ini adalah *Gigabyte Passive Optical Network* (G-PON) yang dikembangkan dan disahkan pada 2003 oleh *International Telecommunication Union* (ITU-T) [1]. G-PON diaplikasikan di Indonesia dan diimplementasikan dalam bentuk *Fiber To The (FTT-x)*. *Fiber To The Home* (FTTH) merupakan salah satu jenis dari FTTx yang berperan sebagai *access network*. Contoh dari penerapan FTTH ialah layanan *Triple Play Indihome* dengan *bit rate* 2.5 Gbps untuk arah *downstream* dan 1 Gbps untuk arah *upstream*. Teknologi G-PON menggunakan *Time Division Multiplexing* (TDM) untuk proses transmisi arah *downstream* dan *Time Division Multiple Access* (TDMA) untuk transmisi arah *upstream* [2]. TDM merepresentasikan informasi ke dalam *time slot* lalu digabungkan dan ditransmisikan ke dalam satu kanal serta optik dengan panjang gelombang tertentu [2].

Selain TDM, terdapat teknik *multiplexing* yang mengirimkan informasi menggunakan lebih dari satu panjang gelombang. Informasi ditumpangkan ke dalam beberapa panjang gelombang lalu ditransmisikan secara simultan ke dalam satu serat optik. Teknik ini disebut dengan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) [2] [3]. Pengembang teknik *multiplexing* dengan menggabungkan WDM dan TDM dikenal sebagai *Hybird WDM/TDM*. *Hybird WDM/TDM* dapat mentransmisikan data dengan *bit rate* 10 Gbps [4]. Dengan kehandalan teknik *multiplexing* serta didukung dengan karakteristik serat optik yang rentan terhadap *noise* maka sistem komunikasi serat optik juga digunakan di Indonesia sebagai *backbone network* seperti Bandung-Jakarta dan Jakarta-Surabaya.

Sistem komunikasi serat optik selalu menjadi topik utama penelitian para ahli oleh karena keunggulannya yang dapat digunakan sebagai *backbone network* dan *access network*. Sistem komunikasi yang baik dipandang berdasarkan kehandalan dalam melayani *user* yang semakin banyak serta kebutuhan *bandwidth* yang semakin meningkat. Pada April 2012, *Full Service Access Network (FSAN)* dan *International Telecommunication Union/ITU-T* membuat sebuah teknologi baru yaitu *Time and Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network (TWDM-PON)* [5] [6]. TWDM-PON memanfaatkan *Time and Wavelength Division Multiplexing (TWDM)* pada proses penransmisian data. TWDM merupakan pengembangan dari TDM dengan metode *stacking* 4 buah TDM lalu ditransmisikan ke dalam satu serat optik menggunakan *WDM Multiplexer*. Dengan metode *stacking* TDM maka TWDM dapat membawa data dengan kecepatan 40 Gbps (4 x 10 Gbps) untuk transmisi arah *downstream* dan 10 Gbps (4 x 2.5 Gbps) untuk transmisi arah *upstream* [5]. TWDM-PON distandarisasi oleh ITU-T Rec G.989.1 pada 2013. Bertambahnya nilai *bandwidth* mengakibatkan jumlah *user* pun ikut bertambah. Hal inilah yang menjadikan TWDM sebagai dasar dari *Next Generation Passive Optical Network Stage 2 (NG-PON2)* [7].

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan analisis terhadap simulasi arsitektur jaringan TWDM-PON dengan *bit rate* 10 Gbps (4 x 2.5 Gbps) arah *downstream* dan 10 Gbps arah *upstream*. Panjang *link* serta jumlah *splitter* merupakan parameter yang menentukan kelayakan jaringan TWDM-PON. Hasil perancangan jaringan TWDM-PON akan diikutsertakan dengan perhitungan SNR, *Q-Factor* dan BER.

## 1.2 Tujuan

Memperbesar *bit rate* arah *downstream* dan *upstream* pada sistem komunikasi serat optik dengan memanfaatkan *stacking* OLT pada jaringan TWDM-PON. Performansi jaringan dinilai melalui pendekatan nilai SNR, *Q Factor* dan BER. Jaringan yang baik memiliki nilai SNR lebih besar dari 10.79 dB, nilai *Q Factor* lebih besar dari 6 dan nilai BER lebih kecil dari  $10^{-9}$ .

### 1.3 Manfaat

Pengimplementasian jaringan TWDM-PON untuk meningkatkan utilitas jaringan komunikasi serat optik.

### 1.4 Rumusan Masalah

Permasalahan yang sering muncul pada jaringan G-PON terkhususnya jaringan FTTH adalah kurangnya kapasitas *bandwidth* yang disediakan untuk melayani jumlah *user* yang banyak dengan permintaan layanan yang beragam. Pengembangan teknologi G-PON menuju teknologi TWDM-PON dengan metode utama yaitu *stacking* OLT diharapkan dapat meningkatkan kapasitas *bandwidth*. Implementasi jaringan TWDM-PON menggunakan standar ITU-T Rec G.989. Pada standar ini dikembangkan suatu *access network* dengan merubah struktur jaringan yang ada pada G-PON. Pada sisi sentral, OLT *distcaking* sebanyak  $n$  buah sehingga *bandwidth* keluaran setelah proses *multiplexing* menjadi  $n \times$  *bandwidth* awal.

Pada Tugas Akhir ini, skema jaringan yang dibuat adalah jaringan TWDM-PON dengan *stacking* 4 buah OLT (2.5 Gbps/OLT) di sisi sentral dengan tujuan menghasilkan *bit rate up to* 10/10 Gbps. Jaringan ini berperan sebagai *access network* untuk panjang *link* 10 dan 20 km. TWDM-PON menggunakan teknik *Wavelength Division Multiplexing* untuk menggabungkan 4 panjang gelombang yang dihasilkan oleh masing-masing OLT. Selain itu jumlah *splitter* dijadikan acuan untuk membangun skenario penelitian dengan menggunakan *passive splitter 2 stage*. Kondisi ini dirancang agar dapat mengetahui batas kerja sistem TWDM-PON. Sebelum dilakukan simulasi jaringan pada *software Optisystem* maka dilakukan perencanaan jaringan TWDM-PON dengan melakukan perhitungan *Link Power Budget* dan *Signal to Noise Ratio*, *Q Factor* dan BER. Parameter dan hasil perhitungan dijadikan acuan untuk melakukan simulasi. Hasil simulasi berupa nilai *Q Factor* dan BER yang kemudian akan dibandingkan dengan hasil perhitungan. Dari hasil perhitungan dan simulasi dilakukan analisis terkait kelayakan jaringan beserta nilai SNR, *Q Factor*, BER dan *Eye Diagram*.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, masalah dibatasi pada hal – hal berikut :

1. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software Optisystem 14.0*
2. Simulasi tidak didasarkan pada *link real* atau *link* sebenarnya
3. Perhitungan dan analisis hasil keluaran berupa grafik dioperasikan menggunakan *Microsoft Excel*
4. Panjang *link* yang digunakan adalah 10 dan 20 km
5. Menggunakan SMF sebagai transmisi utama
6. *Transmission rate* yang digunakan adalah 2.5 Gbps transmisi arah *upstream* dan arah *downstream*
7. *Optical Source* yang digunakan adalah LASER
8. *Photodetector* yang digunakan adalah APD
9. Panjang gelombang yang digunakan adalah *L-Band* untuk arah *downstream* dan *C Band* untuk arah *upstream*
10. Pengaruh lingkungan sekitar antara ONU dan OLT diabaikan.

### 1.6 Metode Penelitian

Tugas Akhir ini membahas tentang analisis dan perhitungan terhadap hasil perencanaan dan simulasi arsitektur jaringan TWDM-PON. Awalnya dilakukan studi literatur dengan mempelajari jaringan TWDM-PON serta permasalahan yang berkaitan dengan TWDM-PON. Literatur yang digunakan adalah buku dengan judul *Optical Fiber Communications* karya Gerd Keiser, jurnal TWDM-PON dan jurnal lainnya. Selanjutnya, dirancang model arsitektur jaringan TWDM-PON dari sisi sentral hingga *user*. Setelah itu dilakukan perhitungan *Link Power Budget* dan SNR jaringan. Arsitektur jaringan kemudian disimulasikan dan diuji menggunakan *software Optisystem*. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan pendekatan matematis dari hasil percobaan model sistem dan persamaan yang telah ditetapkan. Metode yang digunakan adalah *Eksperimen* yaitu mencari pengaruh parameter-parameter dalam perancangan jaringan terhadap hasil keluaran di penerima dan kualitas hasil jaringan.

Metode ini diterapkan memperoleh panjang guna memperoleh panjang *link* dan jumlah *splitter* yang ideal untuk mencapai kondisi jaringan TWDM-PON yang optimal. Perhitungan akan difokuskan pada SNR, *Q Factor* dan BER.

### 1.7 Sistematika Penelitian

Penulisan buku hasil penelitian disusun secara sistematis berdasarkan uraian sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas uraian secara singkat mengenai latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan teori dari pokok bahasan masalah yang terkait dalam penelitian Tugas Akhir seperti prinsip dasar *multiplexing*, karakteristik dan prinsip kerja TWDM serta uraian teori *Link Analysis* dan pokok bahasan yang berhubungan langsung dalam sistem kerja yang disimulasikan.

#### **BAB III SISTEM *TIME AND WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* *PASSIVE OPTICAL NETWORK***

Bab ini menjelaskan mengenai perancangan sistem beserta diagram alir dan parameter yang digunakan dalam simulasi dilengkapi dengan tabel.

#### **BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI SISTEM**

Bab ini membahas analisis hasil percobaan pada pemodelan sistem TWDM-PON. Analisis penelitian disertai dengan gambar dan grafik serta uraian parameter-parameter yang berpengaruh terhadap sistem.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan arsitektur jaringan TWDM-PON berdasarkan parameter – parameter yang diuji serta pemberian saran kedepannya untuk penelitian yang serupa.