



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di dunia yang semakin pesat memicu manusia untuk dapat memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana secara praktis, cepat dan efisien. Seperti halnya dalam teknologi telekomunikasi dan informasi yang dewasa ini sangat dibutuhkan oleh manusia untuk berinteraksi, bertransaksi dan melakukan segala aktifitasnya sebagai makhluk sosial. Khususnya di Indonesia, kebutuhan manusia (*user*) yang seakan-akan haus dengan informasi terbaru, menjadi catatan utama bagi perusahaan yang bergerak di bidang Telekomunikasi untuk selalu meningkatkan layanan komunikasi menjadi lebih cepat dan stabil. Dilakukanlah berbagai macam penelitian untuk menjawab permasalahan tersebut, sampai ditemukannya teknologi jaringan komunikasi serat optik sebagai solusi dalam memenuhi kebutuhan *user* tersebut.

Sistem komunikasi serat optik adalah sistem komunikasi jalur *wireline* dengan memanfaatkan serat optik sebagai medium transmisi. Serat optik memiliki *bandwidth* yang lebar, sehingga mampu mengirimkan informasi dalam bentuk sinyal cahaya dengan kapasitas besar dalam waktu singkat. Selain itu, optik juga kebal terhadap gangguan, seperti *Electromagnetic Interference (EMI)* dan *Radio Frequency Interference (RFI)*, *crossstalk*, suhu, udara, cuaca dan lainnya [1] [2]. Dengan berbagai keunggulan tersebut, sebagian besar teknologi telekomunikasi saat ini telah menggunakan serat optik sebagai medium transmisi [2].

Teknologi komunikasi serat optik yang saat ini masih terus dalam perkembangan adalah teknologi *Passive Optical Network (PON)*. *PON* merupakan sistem komunikasi jaringan optik *point to multipoint*, dimana komponen *passive splitter* digunakan untuk pendistribusian daya optik ke semua cabang di dalam jaringan *point to multipoint* tersebut. Dengan menggunakan komponen pasif, *PON* menawarkan instalasi yang *low price*, fleksibilitas yang tinggi dan cakupan wilayah yang luas [3]. Sejak tahun 1995 *PON* mengalami perkembangan yang cukup pesat, dimulai dari *ATM over Passive Optical Network (APON)*



sampai dengan yang terbaru saat ini yaitu *Next Generation Passive Optical Network 2* (NG-PON2) [4].

NG-PON2 merupakan pengembangan terbaru teknologi PON yang dilakukan oleh *Full Service Access Network* (FSAN) dan *International Telecommunication Union Telecommunication* (ITU-T) pada tahun 2011. NG-PON2 digagas sebagai teknologi yang mampu memenuhi kebutuhan teknologi komunikasi masa depan yang membutuhkan *bandwidth* yang besar. Teknologi NG-PON2 distandarisasi oleh ITU-T pada tahun 2013 yakni dalam ITU-T Rec. G.989.1. Teknik *multiplexing* yang ditetapkan untuk NG-PON2 yaitu *Time and Wavelength Division Multiplexing* (TWDM-PON) yang merupakan gabungan teknik *multiplexing* TDM dan WDM. Teknik ini merupakan peningkatan dari sistem sebelumnya yang ada pada NG-PON1 (*downstream* 10 *Gigabit per second* (Gb/s) dan *upstream* 2,5 Gb/s), yakni dengan cara menggabungkan 4 pasang panjang gelombang di sisi *downstream* dan *upstream* sehingga kapasitas nominal untuk *downstream* menjadi 40 Gb/s (4 x 10 Gb/s), dan kapasitas untuk *upstream* menjadi 10 Gb/s (4 x 2,5 Gb/s). TWDM-PON berperan sebagai jaringan akses dengan panjang *link* maksimum 40 Km [2] [4] [5] [6] [7].

Penelitian tentang NG-PON2 saat ini masih terus dilakukan untuk mendapatkan performansi yang lebih baik, salah satunya dalam peningkatan jarak transmisi pada sistem tersebut. Namun ada suatu kondisi dalam komunikasi optik yang berkaitan dengan jarak transmisi, yang mana nantinya dapat membatasi jarak transmisi pada suatu sistem yaitu faktor dispersi [1] [15] [18]. Dispersi merupakan suatu kondisi dimana lebar pulsa sinyal *input* yang ditransmisikan merambat sepanjang kabel serat optik, sehingga lebar pulsa menjadi lebih lebar setelah sampai di sisi penerima [1]. Dispersi tidak dapat dihilangkan, karena dispersi sebuah kabel serat optik sudah ditentukan oleh fabrikasi. Dispersi berakibat buruk terhadap performansi suatu sistem, dengan menurunkan faktor kualitas (*Q-factor*) dan mengakibatkan banyaknya kesalahan bit (*bit error rate*) sehingga juga dapat berpengaruh pada jarak transmisi. Semakin jauh jarak transmisi, maka efek dispersi yang dihasilkan semakin besar [18]. Walaupun kehadirannya tidak dapat dihilangkan, namun efek dispersi ini dapat dikurangi. Salah satunya dengan memperhatikan jenis serat yang digunakan. Dalam sistem komunikasi optik, ada suatu jenis serat optik yang mampu mengurangi efek dispersi. Serat tersebut merupakan pengembangan *Single Mode Fiber* (SMF, ITU-T Rec. G.652) [8] yakni *Non-Zero Dispersion Shifted Fiber* (NZ-DSF, ITU-T Rec. G.655) [9].



NZ-DSF merupakan suatu jenis serat optik khusus dengan kemampuan menekan efek dispersi, sehingga NZ-DSF dapat meningkatkan jarak transmisi sistem. Selain itu NZ-DSF juga mampu mengurangi efek non-linier dan *crosstalk* [10]. Penelitian R. Priya dkk membandingkan kinerja NZ-DSF dengan tiga serat uji yaitu SMF, C-NZDSF dan DSF pada sistem WDM dengan kecepatan transmisi 10 Gb/s menggunakan *line coding* NRZ. Dengan memperhatikan nilai *Q-factor* $\geq 5,9$ dan hasilnya menunjukkan NZDSF unggul dibandingkan 3 serat uji lainnya. Dengan nilai *Q-factor* 6,03 dan diikuti tiga serat lainnya dengan nilai 2,18; 2,61; dan 4,81 pada jarak transmisi maksimal 100 Km [11]. Pada penelitian S. Politis dkk tahun 2016, menganalisa performansi *Spectrum Sliced Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network* (SS-WDMPON) dengan membandingkan penggunaan serat SMF dan NZ-DSF. Hasilnya menunjukkan jarak transmisi maksimal untuk sistem tersebut dapat meningkat sejauh 25 Km dari yang awalnya 105 Km menjadi 130 Km, jika serat SMF diganti dengan serat NZ-DSF [12].

Selain NZ-DSF, ada teknik lain untuk mengurangi dispersi yaitu dengan menambahkan *Dispersion Compensation Fiber* (DCF). Pada tahun 2017, penelitian Brian Pramukti dan rekannya menganalisa performansi TWDM-PON menggunakan dua skenario yaitu dengan penambahan DCF pada serat utama SMF dan tanpa penambahan DCF pada SMF. Tujuan penambahan DCF ini untuk mengatasi masalah dispersi pada serat SMF. Hasilnya adalah tanpa penambahan DCF jarak transmisi pada TWDM-PON hanya mencapai 40 Km, dan dengan penambahan DCF jarak transmisi meningkat menjadi maksimum 100 Km pada *splitter* 1:4 dan 70 Km pada *splitter* 1:64 [13]. Artinya sistem ini sudah mampu mencapai *Long Haul Network* sebagai pendukung jaringan transport dengan kemampuan mentransmisikan data diatas 40 km. Namun belum mampu mencapai jarak yg lebih jauh lagi yakni, *Ultra-Long Haul Network* (maksimum 120 Km) dan *Extra-Long Haul Network* (maksimum 160 Km) [14].

Melihat keunggulan serat NZ-DSF dan DCF, maka penulis tertarik untuk mengembangkan penelitian Brian Pamukti dengan mengganti serat SMF menjadi serat NZ-DSF dan kemudian dikombinasikan dengan DCF pada sistem TWDM-PON, untuk mengoptimalkan performansi sistem, khususnya dalam meningkatkan jarak transmisi menjadi lebih jauh dan juga mengurangi *crosstalk* pada sistem tersebut dengan memperhatikan standar yang telah ditetapkan.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka menjadi rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah bagaimana mengoptimalkan sistem TWDM-PON menggunakan serat NZ-DSF dengan kombinasi DCF pada teknologi NGPON-2 dalam peranan peningkatan jarak transmisi dan menghitung nilai *crosstalk* sistem.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah mengoptimalkan sistem TWDM-PON menggunakan serat NZ-DSF dengan kombinasi DCF pada teknologi NG-PON2 dalam peranan peningkatan jarak transmisi dan menghitung nilai *crosstalk* sistem.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan yang akan dibahas pada penelitian Tugas Akhir ini, penulis membatasi penelitian ini sebagai berikut:

1. *Line Coding* yang digunakan pada TWDM-PON adalah *Non Return Zero* (NRZ).
2. *Bit Rate* yang diujikan adalah 40 Gb/s (4 x 10 Gb/s) arah *downstream*.
3. Pemodelan jaringan dan simulasi menggunakan *Optisystem 15*.
4. Parameter performansi yang akan dianalisis adalah *Bit Error Rate* (BER) dan *crosstalk*.
5. *Channel spacing* yang digunakan adalah 100 GHz.
6. Model sistem menggunakan *splitter* dengan rasio 1:64.
7. Penempatan *splitter* menggunakan metode tingkat, yang diletakkan pada OLT, ODC dan ODP.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai dasar atau referensi tambahan di bidang telekomunikasi dan sebagai acuan dalam pemilihan teknologi NG-PON2 yang memiliki jarak transmisi yang jauh. Di samping itu, juga dapat dijadikan sebagai dasar dalam merancang dan menerapkan sistem TWDM-PON dalam teknologi NG-PON2.