

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kecepatan pengiriman dan *bandwidth* untuk jarak jauh dalam komunikasi sudah menjadi kebutuhan tersendiri. Masalah ini dapat diatasi dengan sebuah teknologi dengan menggunakan cahaya sebagai sumbernya yang di kenal sebagai Sistem Komunikasi Optik. Selain dikenal memiliki kecepatan pengiriman data juga sistem komunikasi optik memiliki *bandwidth* yang lebar dan juga tahan terhadap interferensi. Untuk mengatasi kebutuhan yang semakin meningkat maka dilakukan dengan penanganan dengan menjaga nilai *Bit Error Rate* (BER) agar tetap pada  $10^{-9}$  [7].

Dalam komunikasi serat optik terdapat dikenal 2 sifat yaitu sifat linier dan sifat non-linier. Sifat linier dari fiber optik memberikan suatu efek utama pada perambatan cahaya di dalam serat optik, yang dikenal dengan *Group-Velocity Dispersion (GVD)* [7]. *GVD* ini akan menimbulkan dispersi, dimana ketika pulsa optik dimasukkan ke dalam sebuah serat optik maka pulsa akan mengalami pelebaran melewati jendela waktu yang disebabkan oleh dispersi sehingga pulsa-pulsa yang bersebelahan akan tumpang tindih dan akan mengalami penyerapan (*absorbtion*) yang akan menimbulkan dua hal, yaitu pulsa akan kehilangan intensitas sehingga akan mengalami penurunan daya dan akan membatasi kecepatan pengiriman data. Respon dari setiap bahan dielektrik terhadap cahaya akan bersifat non-linier dimana sifat non-linier tersebut akan dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *Optical Kerr Effect*, yang akan menyebabkan perubahan indeks bias terhadap daya optik, dan *Stimulated Scattering* yang terdiri dari 2 yaitu *Stimulated Raman Scattering (SRS)* dan *Stimulated Brillouin Scattering (SBS)* [1]. SRS adalah terjadinya perpindahan daya optik ke gelombang yang berlawanan arah rambatnya akibat peristiwa *electrostriction*, sehingga indeks bias inti serat menjadi berfluktuasi dan berperilaku seolah-olah menjadi *Grating Bragg* yang bergerak maju dengan kecepatan gelombang akustik. Sedangkan SBS terjadi akibat interaksi antara cahaya dengan vibrasi akustik dari molekul silika pembentuk serat optik [8]. Kedua efek tersebut akan menyebabkan degradasi sinyal yang besar dilihat dari nilai *Q-Factor*, dan terdapat dispersi yang besar, sehingga diperlukan suatu teknologi baru untuk meminimalisir kedua efek tersebut.

Pada tahun 1834 seorang ilmuwan Skotlandia, John Scott-Russel mengamati gerak sebuah perahu dari kudanya di kanal Edinburg-Glasgow. Tiba-tiba tumbul gelombang air yang bergerak menjauh dari perahu ketika perahunya berhenti. Pergerakan dari gelombang air tersebut diamati oleh John Scott-Russel hingga 2 mil. Bentuk dari pergerakan gelombang air tersebut nyaris tidak berubah hingga akhirnya menghilang dari pandangan dan masuk kedalam trowongan air. John Scott-Russel menamai fenomena ini dengan “Gelombang Translasi”. Pada tahun 1973, ilmuwan Jepang bernama Akira Hasegawa dari Lab AT&T Bell mengajukan ide untuk meningkatkan performansi telekomunikasi optik berbasis pulsa soliton. Pada tahun 1988, Linn Mollenauer beserta tim berhasil mentransmisikan pulsa pulsa soliton lebih dari 4000 kilometer dengan memanfaatkan fenomena yang disebut efek Raman. Pada tahun 2001 riset Algety Telecom membuktikan bahwa pulsa soliton pada serat optik berhasil mentransmisikan 1 Terabit data menggunakan pulsa soliton<sup>[2][5][7]</sup>. Hal ini mendukung perkembangan sistem transmisi masa depan pasca serat optik yang memiliki medium dispersif dan distorsi.

Untuk pengiriman jarak jauh biasanya digunakan sistem multipleks pada transmisinya untuk mengirimkan informasi dalam jumlah yang besar. Untuk komunikasi serat optik sistem multipleks yang dikenal secara umum adalah *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM)<sup>[1][7]</sup>. Jarak yang digunakan mengacu pada JASUR AUS yang menghubungkan Jakarta-Surabaya-Australia dengan total jarak 2800 km dengan jumlah kanal sebanyak 32<sup>[13]</sup>.

Penelitian ini membahas tentang degradasi sinyal akibat efek non-linier terutama pada hamburan inelastik. Pada penelitian ini digunakan pulsa pembangkit soliton untuk mengatasi efek linier dan non-linier, serta memaksimalkan nilai *Q-Factor*. Penelitian ini membandingkan dua keadaan dimana keadaan pertama pada saat serat ideal (tanpa SBS dan SRS) dan keadaan kedua pada saat serat non-linier menggunakan teknik multipleks DWDM sebagai jaringan *backbone* dengan *bit rate* 2,5 , 5, dan 10 Gbps.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor kualitas jaringan DWDM antara serat ideal dan serat non-linier terhadap beberapa masukan parameter seperti *channel spacing*, *bit rate*, dan jumlah jompa.

### 1.3 Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas, ada beberapa rumusan masalah yang dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Simulasi DWDM terhadap jumlah *bit rate* pada keadaan ideal tanpa sisipan parameter non-linier SBS dan SRS
2. Simulasi DWDM terhadap jumlah pompa pada keadaan ideal tanpa sisipan parameter non-linier SBS dan SRS
3. Simulasi DWDM terhadap jumlah *bit rate* pada keadaan serat non-linier dengan input parameter non-linier SBS dan SRS
4. Simulasi DWDM terhadap jumlah pompa pada keadaan serat non-linier dengan input parameter non-linier SBS dan SRS
5. Simulasi sistem DWDM dengan transmisi soliton dengan pula pembangkit GPG untuk membandingkani nilai BER dan *Q-Factor* menggunakan *software*.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diungkit dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* yang khusus untuk melakukan perancangan sistem komunikasi optik.
- b. Melakukan simulasi untuk jaringan DWDM dengan membahas efek non-linear (SBS dan SRS) dan membandingkan terhadap keadaan ideal (tanpa SBS dan SRS) terhadap transmisi soliton tanpa membahas perangkat secara mendalam.
- c. Jarak transmisi yang ditempuh maksimal 2800 km dengan *bit rate* dengan standar ITU-T G.707 2.5, 5, dan 10 Gbps.
- d. Menggunakan spasi kanal ITU-T G.694.1 50 dan 100 GHz dengan jumlah kanal 32 Menggunakan *amplifier* Raman ITU-T G.665.
- e. Menggunakan transmisi soliton dengan Pulsa Pembangkit Gaussian
- f. *Photodetector* yang digunakan adalah *Avalanche Photodiode*
- g. Menggunakan *Coupler Pump Brillouin Propagating*
- h. Menggunakan SMF fiber ITU-T G.652.D yang memiliki panjang gelombang 1550 nm (*C-Band*) dengan bahan *silica dioxide* ( $\text{SiO}_2$ )
- i. Analisis yang digunakan adalah BER, OTDV, dan OSA

### 1.5 Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang akan dilakukan dalam penyelesaian penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur, yaitu mencari referensi mengenai teori terkait teknologi DWDM, pulsa soliton, dan pengaruh efek non-linear yang terjadi pada DWDM. Referensi yang didapat berupa buku, jurnal nasional dan internasional, serta dari tugas akhir para senior yang terkait dengan penelitian ini.
2. Diskusi Bimbingan, yaitu bertukar pikiran dengan para dosen pembimbing guna mendapat informasi tambahan seputar Tugas Akhir. Diskusi bimbingan dilakukan sesering mungkin selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
3. Simulasi, penelitian ini mengubah jarak transmisi dari 0-2800 km dan *bit rate* 2,5 Gbps, 5 Gbps, dan 10 Gbps. *Amplifier* yang digunakan adalah jenis Raman untuk menganalisis *Inelastic Scattering* (SRS dan SBS) dengan menggunakan perangkat lunak. Pengukuran hasil penelitian melalui *software* adalah BER *analyzer*, OTDV, dan OSA.

### 1.6 Metode Penelitian

Pada peneliitian ini dilakukan analisis nilai *Q-Factor* dengan masukan berupa *bit rate*, *channel spacing*, dan jumlah pompa terhadap dua skenario. Skenario pertama dilakukan pada keadaan serat ideal, dimana parameter SBS dan SRS diabaikan. Skenario kedua dilakukan pada keadaan serat non-linier, dimana parameter non-linier berupa *refractive index*, *power threshold*, *Aperture Effective*, *Length Effective*, dan *Raman Effect* diaktifkan. Selanjutnya dibandingkan nilai *Bit Error Rate* antara kedua kondisi tersebut. Nilai BER yang baik adalah sebesar  $10^{-9}$ .

### 1.7 Sistem Penulisan

Penulisan buku hasil penelitian ini disusun secara sistematis dengan uraian sebagai berikut :

- **BAB I           PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang belakangan, tujuan, manfaat, perumusan dan batasan masalah, langkah penelitian, metode penelitian serta sistematika penulisan.

- **BAB II           DASAR TEORI**

Bab ini akan membahas teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan, seperti sistem komunikasi optik, efek non-linier, prinsip dasar DWDM dan prinsip transmisi soliton dengan pembangkit Pulsa Gaussian. Lalu menyebutkan parameter yang akan menjadi tolak ukur penelitian.

- **BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI**

Bab ini menjelaskan tentang perancangan penelitian yang dilakukan. Perancangan dilakukan melalui simulasi menggunakan bantuan *software*. Pada perancangan akan dibahas simulasi transmisi soliton pada singl link dan DWDM

- **BAB IV ANALISIS SIMULASI**

Bab ini membahas analisis hasil percobaan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis dilakukan terhadap parameter kinerja sistem yang diamati yang memuat grafik, tabel, dan penjelasan hasil simulasi.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari analisis soliton terhadap efek non-linier SBS dan SRS jaringan DWDM antara serat ideal dan serat non-linier.