

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pulsa Soliton adalah sebuah pulsa cahaya yang dapat bergerak dalam medium dispersif nonlinier tanpa berubah bentuk, seolah-olah pulsa tersebut bergerak dalam medium non dispersif linier<sup>[1]</sup>. Ide soliton sering dikatakan bermula di bulan Agustus 1934 ketika John Scott Russel fisikawan Skotlandia, mengamati fenomena gelombang air di Kanal Edinburg-Glasgow. Gelombang air tersebut merambat lurus tanpa mengalami perubahan yang berarti pada bentuk maupun kecepatannya untuk jarak yang cukup panjang serta dalam rentang waktu relatif lama sepanjang kanal<sup>[2]</sup>. Hasil Riset Algety Telcom pada tahun 2001 membuktikan bahwa pulsa soliton dalam satu serat optik berhasil mentransmisikan dengan jumlah 1 Terabit. Perkembangan inilah yang digunakan pada sistem transmisi masa depan pada serat optik yang memiliki medium dispersif dan distorsi .

Perkembangan Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) terus meningkat dari mulai rekayasa pulsa yang digunakan sampai pada perkembangan sistem multiplexing. Sistem multipleksing dalam komunikasi serat optik adalah berkas cahaya atau biasa disebut dengan *Wavelength Division Multiplexing (WDM)*. Sistem multiplexing yang dimiliki oleh SKSO pun terus mengalami perkembangan yang cepat. Dalam beberapa tahun kebelakang, sistem WDM ini mengalami perubahan pada spasi antar lamda yang semakin sempit dan semakin banyak jumlah lamda yang bisa ditransmisikan. Perkembangan tersebut dinamakan dengan *Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)* dimana utilitas serat meningkat lebih tinggi dibanding sistem lama WDM.

Dibalik keuntungan pada DWDM terdapat kekurangan yang tidak bisa dipungkiri sangat signifikan yang dapat menurunkan kinerja teknologi tersebut. Kekurangan pertama adalah efek linear yang disebabkan medium serat optik berupa redaman dan dispersi. Kekurangan kedua adalah efek non-linear meliputi *Kerr effect* dan *Inelastic Scattering* yang terjadi pada serat optik dan berakibat terbatasnya jumlah lamda yang ditransmisikan. Efek non-linear pada DWDM

akibat *Kerr Effect* berupa *Self Phase Modulation (SPM)* , *Cross Phase Modulation (XPM)* dan *Four Wave Mixing (FWM)*, sedangkan akibat *Inagulastic Scattering* meliputi *Stimulated Raman Scattering (SRS)* dan *Stimulated Brillouin Scattering (SBS)*. Efek non-linear ini bisa mengurangi jumlah lamda yang bisa ditransmisikan karena antar lamda terjadi interaksi yang dapat merusak sinyal informasi.

Pada<sup>[9]</sup> telah dilakukan penelitian tentang efek non-linear (XPM,FWM,SRS) pada DWDM. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa XPM,FWM dan SRS menimbulkan spektrum frekuensi baru dan mengurangi daya pada frekuensi informasi. Pada penelitian ini diperdalam khususnya efek non-linear akibat *Kerr-effect* berupa XPM, FWM dan SPM pada performansi DWDM dengan merubah spasi dan jumlah lamda. Sinyal masukan yang digunakan pada sistem DWDM adalah pulsa soliton. Penelitian ini diharapkan bisa menganalisis efek non-linear sampai pada jumlah 80 lamda serta menghasilkan BER yang tidak lebih dari  $10^{-9}$  pada setiap lamda pada performansi DWDM.

## 1.2 Tujuan

Menganalisis efek non-linear (SPM,FWM,XPM) dengan merubah spasi dan jumlah lamda pada DWDM hingga 80 lamda menggunakan pulsa soliton serta memperhatikan nilai BER tidak lebih dari  $10^{-9}$  pada setiap lamda

## 1.3 Rumusan Masalah

Pulsa Soliton sebagai solusi untuk mempertahankan bentuk sinyal dari medium yang membuat sinyal distorsi menjadi pilihan *transmitter* pada serat optik. Perumusan pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah membuktikan dan menganalisis pulsa soliton dengan memodelkan pulsa yang berbentuk tetap tanpa mengalami dispersi ketika ditransmisikan.

DWDM adalah teknik transmisi dengan proses multiplexing beberapa panjang gelombang sebagai kanal informasi dan ditransmisikan secara simultan pada satu serat optik. Teknologi ini sudah distandarkan oleh badan Internasional Telekomunikasi ITU-T. Maka, perumusan kedua pada penelitian ini adalah memodelkan jaringan DWDM sesuai standar ITU-T Rec G-694.1. Jaringan

DWDM yang dianalisis pada rumusan masalah kedua menggunakan serat tanpa efek non-liner.

Meskipun DWDM dikenal dengan teknologi baru untuk meningkatkan pemanfaatan serat optik, tapi teknologi ini memiliki kekurangan pada serat yaitu efek non-linier. Efek non-linier pada DWDM disebabkan oleh *Kerr Effect* dan *Inelastic Scattering*. Pada penelitian ini dianalisis mengenai gejala yang ditimbulkan oleh *Kerr Effect* meliputi SPM, XPM dan FWM pada jaringan DWDM dengan pulsa soliton.

Pulsa soliton yang ditransmisikan dalam jaringan DWDM seharusnya meningkatkan pemanfaatan pada serat optik dimana semakin banyak lamda yang bisa ditransmisikan. Setelah menganalisis pulsa soliton, membangun jaringan DWDM dan memperhatikan fenomena pulsa soliton pada jaringan DWDM ideal, selanjutnya diubah parameter indeks bias non-linier ( $n_2$ ). Penelitian ini menghasilkan jumlah lamda maksimal hingga 80 lamda pada serat non-linier.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi adalah Optisystem 7.0
2. Melakukan simulasi jaringan DWDM dengan efek non-linear (FWM, XPM, SPM) tanpa membahas perangkat secara mendalam
3. Panjang serat yang digunakan adalah 200 km
4. *Transmission rate* menggunakan STM-64 (10 Gbps)
5. Menggunakan pulsa soliton
6. *Photodetector* yang digunakan adalah *Avalanche Photodiode*
7. Menggunakan perangkat multiplexing 32, 64 dan 80 lamda
8. Menggunakan *amplifier* EDFA
9. Setiap lamda memiliki nilai BER dengan orde kurang dari  $10^{-9}$

### 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur, yaitu mencari referensi dan informasi mengenai teknologi DWDM, pulsa Soliton dan efek non-linear yang terjadi pada DWDM. Literatur utama yang digunakan adalah buku *High Capacity Optical Transmission Explained* karya John Willey & Sons. Literatur lain berupa Slide presentasi *Nonlienar effect in Optical Fibres* dari Institute of Optics dan beberapa jurnal lainnya.
2. Simulasi, penelitian ini mengubah variabel nilai indeks bias non-linear ( $n_2$ ) sampai pada nilai kondisi terburuk. Variabel tersebut diubah agar bisa menganalisis akibat yang ditimbulkan oleh efek non-linear. Variabel lain yang diubah adalah spasi dan jumlah lamda. Variabel ini diubah untuk menentukan jumlah lamda yang optimal.

### 1.6 Sistem Penulisan

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

- **BAB I PENDAHULUAN**  
Bab ini membahas latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan dan batasan masalah, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.
- **BAB II DASAR TEORI**  
Bab ini membahas prinsip dasar DWDM, prinsip dasar efek non-linear, klasifikasi efek non-linear dan pulsa soliton
- **BAB III PERANCANGAN SIMULASI**  
Bab ini menjelaskan tentang perancangan simulasi non-linear efek pada DWDM dengan pulsa soliton. Selain itu, juga menyebutkan nilai variabel yang digunakan pada simulasi.
- **BAB IV SIMULASI DAN ANALISIS**  
Bab ini membahas analisis hasil percobaan pada pemodelan sistem DWDM dengan efek non-linear menggunakan pulsa Soliton. Analisis penelitian ini memuat grafik, kurva, tabel dan deskripsi dari hasil percobaan.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan mengenai pengaruh efek non-linear pada DWDM dan metode solusi yang digunakan untuk mereduksi efek non-linear, serta saran yang mendukung untuk perkembangan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis non-linear pada DWDM.