SIMULASI DAN ANALISIS SISTEM KOMUNIKASI JARAK JAUH PADA LINK SOLITON

Aldo Wilman[1], Akhmad Hambali[2], Mamat Rokhmat [3]

[1]Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Serat optik adalah salah satu media transmisi yang memiliki kemampuan untuk menyalurkan informasi dengan kapasitas yang besar dan dengan kecepatan yang tinggi. Akan tetapi, efek distorsi dan dispersi pada perambatan pulsa optik dapat menyebabkan perbedaan antara informasi yang diterima dengan informasi yang dikirim.

Pulsa Soliton dapat menjadi solusi untuk mengatasi efek distorsi dan dispersi tersebut. Hal ini dikarenakan pulsa soliton diketahui sebagai pulsa yang memiliki energi total yang berhingga, tidak menyebar, dan bersifat stabil saat merambat pada suatu media transmisi, terutama serat optik.

Pulsa-pulsa Soliton mengalami penurunan amplitudo selama proses propagasi karena adanya efek redaman. Redaman akan menyebabkan jarak propagasi yang terbatas. Raman Optical Amplifier (ROA) dapat menjadi solusi untuk menjaga kestabilan pulsa Soliton tersebut dan untuk memperoleh jarak yang lebih panjang.

Maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah mensimulasikan dan menganalisa pengaruh redaman pada pulsa soliton. Dari simulasi dapat diketahui berapa besarnya penurunan intensitas pulsa pada jarak tertentu, sehingga besarnya gain dan jumlah ROA yang diperlukan bisa dihitung. Dari simulasi yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini, redaman pada pulsa Soliton tidak menyebabkan pelebaran perioda pulsa selama proses transmisi. Dengan redaman 0.1 dB/Km, pulsa Soliton hanya bertahan sejauh 5.4 Km. Agar nilai intensitas = 1, gain sebesar 6.06 dB dan daya pompa 0.4833 mW diperlukan. Sedangkan untuk redaman sebesar 0.2 dB/Km, pulsa Soliton hanya bertahan sejauh 3.6 Km. Agar nilai intensitas = 1, gain sebesar 8.23 dB dan daya pompa 1.1614 mW dibutuhkan. Untuk mencapai jarak 100 Km dengan redaman 0.1 dB/Km, jumlah ROA yang dibutuhkan adalah 19, dan jika redaman sebesar 0.2 dB/Km, jumlah ROA yang dibutuhkan adalah sebanyak 32. Dari simulasi didapatkan bahwa semakin besar daya input penguat maka semakin besar pula noise figure, dan semakin besar daya pompa, semakin kecil noise figure. Simulasi ini menggunakan software Matlab 7.6.0.

Kata Kunci : Pulsa soliton, Redaman, Raman Optical Amplifier (ROA), Gain, Matlab 7.6.0

Abstract

Fiber optics is one of the transmission medium that has the ability to distribute information with a large capacity and high speed. However, distortion and dispersion effects on the propagation of optical pulses can cause the difference between the information received with the information submitted.

Soliton pulse can be a solution to overcome the effects of such distortion and dispersion. This is because the soliton pulse is known as a pulse that has a finite total energy, not spread, and is stable when propagating on a transmission media, especially fiber optics.

Soliton pulses amplitude decreased during the propagation process due to the attenuation effect. Attenuation will cause the propagation distance is limited. Raman Optical Amplifier (ROA) can be a solution to the stability of the Soliton pulse and to obtain a longer range and wider bandwidth. The purpose of this final task is to simulate and analyze the attenuation influence on the Soliton pulse. From the simulation can be known how much the decreasing of intensity. So gain and the number of ROA can be known.

From the simulation conducted in this Final Project, the attenuation on Soliton pulse does not cause the widening of pulse period during the transmission. With attenuation 0.1 dB / Km, Soliton pulse lasted only as far as 5 km. In order to score the intensity = 1, gain of 5.25 dB and 0.4601 mW pump power is required. As for the attenuation of 0.2 dB / Km, Soliton pulse lasted only 3 Km far. In order to score the intensity = 1, gain of 6.77 dB and 1.0004 mW pump power is required. To reach a distance of 100 km with attenuation 0.1 dB / km, the amount required ROA is 20, and if the attenuation of 0.2 dB / km, the amount required ROA is as much as 33. From the simulations get the greater the input power amplifier the greater the noise figure, and the greater the pump power, the smaller the noise figure. This simulation was using Matlab 7.6.0 software.

Keywords : Soliton pulse, Attenuation, Raman Optical Amplifier (ROA), Gain, Matlab 7.6.0

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu aspek yang sangat berpengaruh dalam perkembangan sistem komunikasi adalah media transmisi. Sistem transmisi yang baik tentunya membutuhkan media transmisi yang mendukung peralatan-peralatan yang ada. Media transmisi tersebut adalah serat optik yang dapat melayani *transfer* informasi suara, data, dan video, *bandwidth* yang lebar dan berkecepatan tinggi.

Serat optik sangat tepat digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan akan berbagai layanan informasi yang kian hari kian kompleks. Tetapi, karena adanya efek distorsi dan dispersi dalam perambatan pulsa optik mengakibatkan informasi yang diterima berbeda dengan informasi yang dikirim. Hal itu tentu saja akan menganggu *receiver* sebagai penerima informasi.

Pulsa Soliton menjadi solusi untuk mengatasi efek distorsi dan dispersi tersebut. Karena, pulsa soliton diketahui sebagai pulsa yang memiliki energi total yang berhingga, tidak menyebar, dan bersifat stabil dalam merambat pada suatu bahan, khususnya serat optik. Hal ini disebabkan oleh adanya keseimbangan efek linier dan non-linier yang terjadi pada serat optik. Dilihat dari kemampuannya, pulsa soliton sangat cocok untuk diaplikasikan dalam sistem komunikasi optik.

Pulsa-pulsa soliton tersebut mengalami penurunan amplitudo selama proses propagasi berlangsung karena adanya efek redaman. Redaman akan menyebabkan jarak yang terbatas. *Raman Optical Amplifier* (ROA) menjadi solusi untuk menjaga kestabilan pulsa soliton tersebut dan untuk memperoleh jarak yang panjang dan *bandwidth* yang lebar.

Pada tugas akhir ini penulis mencoba menggambarkan pulsa soliton yang berpropagasi sepanjang serat optik dengan *Raman Optical Amplifier* (ROA) sebagai penguat.

1.2 Rumusan Masalah

Keseimbangan antara efek linier dan non linier dapat menghasilkan pulsa soliton. Selama perambatannya dalam serat optik, pulsa soliton mengalami penurunan intensitas. Dari simulasi dapat diketahui berapa besarnya penurunan intensitas pulsa pada jarak tertentu, sehingga besarnya *gain*, jumlah ROA, dan *noise figure* dapat diketahui.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Memahami teori dasar sistem komunikasi optik berbasis soliton.
2. Mensimulasikan pulsa soliton yang berpropagasi sepanjang serat optik.
3. Mengamati dan menganalisa pengaruh redaman pada pulsa soliton.
4. Mengetahui berapa besarnya penguatan, *noise figure* dan jumlah ROA yang dibutuhkan sepanjang link transmisi.

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah, antara lain:

1. Sistem komunikasi yang digunakan adalah sistem komunikasi serat optik dengan jenis serat adalah *single mode* silika murni.
2. Sistem penguatan optik yang dipakai adalah *directional* yaitu dari *transmitter* ke *receiver*.

3. Jenis Soliton yang digunakan adalah soliton terang dengan N=1 (*soliton fundamental*).
4. Panjang saluran transmisi dibatasi sampai jarak 100 Km.
5. Tidak membahas sumber optik dan *photodetector* optik.
6. Parameter GVD dianggap konstan sepanjang serat optik.
7. Tidak membahas komponen-komponen didalam ROA.
8. Tidak membahas mengenai modulasi dan demodulasi.
9. Pulsa soliton terjadi jika perbandingan panjang dispersi terhadap panjang nonlinier adalah 0.75 hingga 1.25.

1.5 Metode Penelitian

Metode-metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini, antara lain:

1. Melakukan studi pustaka, untuk mengumpulkan literatur dan proses pembelajaran materi melalui buku maupun jurnal-jurnal ilmiah dari berbagai sumber yang digunakan sebagai acuan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Menentukan pemodelan sistem dan parameter-parameter yang digunakan sehingga menghasilkan data-data pendukung penelitian.
3. Melakukan diskusi dengan dosen pembimbing dan dosen-dosen yang berkompeten dengan topik penelitian ini untuk menguji kebenaran parameter yang digunakan maupun dalam pendefinisian masalah.
4. Membuat grafik penelitian dengan bantuan software Matlab 7.6.0.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, maksud dan tujuan penelitian, rumusan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Berisi teori tentang sistem transmisi optik, pulsa soliton, jenis-jenis redaman dalam serat optik, karakteristik penguatan pada ROA.

BAB III : DESAIN SISTEM

Berisi persamaan non linier schrodinger, persamaan GVD, persamaan SPM, persamaan pulsa soliton, dan parameter-parameter tertentu yang akan digunakan pada saat simulasi.

BAB IV : HASIL SIMULASI DAN ANALISA

Berisi tentang analisis terhadap hasil simulasi yang dilakukan pada sistem komunikasi serat optik pada link soliton.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan-kesimpulan dari hasil simulasi dan berisi saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi dan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada daerah dispersi anomali (β_2<0), kombinasi antara GVD (*Group Velocity Dispersion*) dan SPM (*Self Phase Modulation*) akan menyebabkan penyempitan pulsa. Sehingga pulsa yang merambat tidak mengalami perubahan bentuk yang disebut dengan pulsa *soliton*.

2. Adanya faktor redaman tidak menyebabkan perioda pulsa melebar saat proses transmisi meskipun terdapat redaman fisik dari serat optik. Karena *envelope* pulsa optik tidak mengandung parameter-parameter yang mengakibatkan pelebaran pulsa soliton. Yang mengalami penurunan pada pulsa adalah hanya intensitas pulsa saja.

3. Pulsa soliton dapat berpropagasi pada serat optik dengan syarat perbandingan antara lebar dispersi (L_D) dan lebar non linier (L_{NL}) sama dengan satu atau mendekatinya.

4. Untuk redaman sama dengan 0.1 dB/Km, pulsa soliton hanya bertahan pada jarak 5.4 Km. Karena pada jarak 5.5 Km perbandingan antara lebar dispersi (L_D) dan lebar non linier (L_{NL}) dari 1.25. Sehingga, setiap jarak 5.4 Km diberikan ROA agar pulsa tetap stabil hingga ke *receiver*. Dan *gain* yang diperlukan agar intensitas kembali seperti semula sebesar 6.06 dB maka diberikan daya pompa sebesar 0.4833 mWatt.

5. Untuk redaman sama dengan 0.2 dB/Km, pulsa soliton hanya bertahan pada jarak 3.6 Km. Karena pada jarak 3.7 Km perbandingan antara lebar dispersi (L_D) dan lebar non linier (L_{NL}) dari 1.25. Sehingga, setiap jarak 3.6 Km diberikan ROA agar pulsa tetap stabil hingga ke *receiver*. Dan *gain* yang diperlukan agar intensitas kembali seperti semula sebesar 8.23 dB maka diberikan daya pompa sebesar 1.1614 mWatt.

6. Besarnya *amplifier spacing* tergantung pada redaman serat optik. Semakin besar redaman serat optik, maka *amplifier spacing* yang dibutuhkan semakin kecil.

7. Semakin besar daya input penguat maka *noise figure* akan semakin besar pula dan semakin besar daya pompa maka semakin kecil *noise figure*.

5.2 Saran

Pada tugas akhir ini, jenis soliton yang digunakan adalah *bright soliton* dengan N=1 (*soliton fundamental*). Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan jenis soliton dengan N=2,3,4,..., dst.

Telkom University

DAFTAR PUSTAKA

[1] Agrawal, G.P." Nonlinear Fiber Optics: 2nd Edition". Academic Press Inc. San Diego, CA, 1995.

[2] C. Headley, and G. P. Agrawal. 2005. *Raman Amplification in Fiber Optical Communication Systems*, Elsevier Academic Press Inc.

[3] Hendrawati, Titin. 2006. "Analisis Timing Jitter dalam Sistem Komunikasi Soliton Dispersion Managed". *Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom.

[4] Hidayat, Wahyu. 2002. "Aplikasi Metode Numerik untuk Investigasi Karakteristik Solusi Persamaan NLS dalam Sistem Komunikasi Soliton dan Dispersi Periodik". *Tugas Akhir*: Departemen Fisika, ITB.

[5] Keiser, Gerd. 2000. " Optical Fiber Communication: Third Edition". Mc Graw Hill Inc., Newyork.

[6] Lubis, Agustini F. W. 2006. " Analisis Timing Jitter Akibat Pemakaian Sumber Pulsa Dioda Laser pada Transmisi Soliton Ultra-High Speed". *Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom.

[7] Powers, John. 1997. "An Introduction of Fiber Optic Systems: second edition", Irwin Inc., Chicago.

[8] Pebrianti, Yaye Hantian. 2006. " Analisis Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Berbasis Soliton yang didasarkan pada Bit Rate, Amplifier Spacing, Interaksi Soliton, dan Timing Jitter". *Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom.

[9] Wilman, Aldi. "Analisis Perbandingan Karakteristik Penguat Optik antara EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) dan ROA (Raman Optical Amplifier) pada Sistem Komunikasi Serat Optik". *Tugas Akhir*. Bandung: Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom.