

SIMULASI SIDE COUPLED INTEGRATED SPACED SEQUENCE OF RESONATORS (SCISSOR) SEBAGAI FIBER DELAY LINE PADA WDM OPTICAL BUFFER (SIDE COUPLED INTEGRATED SPACED SEQUENCE OF RESONATORS (SCISSOR) AS FIBER DELAY LINE IN WDM OPTICAL BUFFER SIMULATION)

Andi Siswanto^{1, -2}

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Layanan multimedia yang berkembang pesat menyebabkan diperlukannya suatu jaringan terpadu yang mempunyai performansi yang bagus. Peningkatan performansi dapat dilakukan dengan mengurangi probabilitas terjadinya paket loss akibat contention. Contention terjadi jika dua atau lebih paket berusaha mendapatkan port keluaran switch yang sama pada saat yang bersamaan. Salah satu metode yang diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara menerapkan suatu model buffering pada jaringan. Buffering pada fiber optik dapat diaplikasikan dengan Fiber Delay Line yang berfungsi mengatur jadwal kedatangan paket dengan cara memberikan delay terhadap paket yang melewatinya.

Salah satu metode untuk menerapkan FDL adalah dengan menempatkan susunan resonator sepanjang salah satu sisi waveguide atau yang lebih dikenal dengan Side Coupled Integrated Spaced Sequence of Resonators (SCISSOR). Pada SCISSOR, cahaya membutuhkan waktu yang lebih lama saat bersirkulasi pada setiap resonator daripada waktu yang dibutuhkan untuk berpropagasi diantara resonator. Konsep inilah yang dijadikan pedoman dalam membuat suatu Fiber Delay Line.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa packet loss probability dan average delay ditentukan oleh unit delay. Unit delay yang optimal dapat menurunkan packet loss probability. Dalam hal ini, jari-jari ring resonator (R), koefisien r , serta indeks bias ring resonator (n) dapat mempengaruhi unit delay yang dihasilkan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ring resonator dengan jari-jari $3 \mu\text{m}$ dapat menghasilkan delay optimal, dengan indeks bias 1,5 dan nilai r sekitar 0,01. Orde SCISSOR menyatakan kapasitas buffer yang dapat turut serta memperbaiki performansi sistem. SCISSOR yang berukuran mikro dan bersifat lossless memberikan keuntungan yang sangat besar dibandingkan FDL konvensional dimana membutuhkan fiber yang panjang dan mengakibatkan loss fiber.

Kata Kunci :

Telkom
University

Abstract

The rapidly growth of multimedia services causing the needed of complex network with good performance. Increasing performance can be done by decreasing the probability of packet loss because of contention. Contention occurs when two or more packets are trying to leave the switch from the same output port at the same time. One of solution to overcome that problem is apply a buffering model at optical network. Buffering at optical fiber can overcome by using Fiber Delay Line that manage the arrival of packet by giving delay time to the packet that pass it.

One of the method to apply FDL is using sequence of resonators at the one side of waveguide, or Side Coupled Integrated Spaced Sequence of Resonators (SCISSOR). When using SCISSOR, the light need more time to circulate in each resonator than time to propagate between resonator. This concept become orientation to make a Fiber Delay Line.

The simulation results show that packet loss probability and average delay realization definite by delay unit. The optimum delay unit can decrease packet loss probability. In this case, the radius of resonators (R), coefficient r , and resonators refractive index (n) can affect the resultant of delay unit. The simulation results show that microring resonator with $3\ \mu\text{m}$ radius can produce optimum delay, with refractive index 1,5 and coefficient r about 0,01. The SCISSOR's order acknowledge the buffer capacity, also can improve the system performance. SCISSOR at micro size and lossless, can give a lot of advantage if compared with conventional FDL, where need long fiber and also causing fiber loss.

Keywords :



BAB I

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang

Kemajuan teknologi transmisi optik di tahun terakhir menjadi luar biasa terutama dalam mencapai kecepatan transmisi kelas Tbps (*Terra bit per second*) dan komunikasi *broadband*. Perkembangan jaringan fiber optik yang semakin kompleks menyebabkan diperlukannya suatu struktur yang dapat mempertahankan kualitas jaringan, dalam hal ini adalah menjaga agar tidak terjadi *packet loss* selama transmisi.

Teknologi fiber optik yang menggunakan metode *Photonic Packet Switch* untuk peningkatan performansi dan utilitas jaringan mempunyai resiko yang besar terhadap *loss* paket. Hal ini diakibatkan terjadinya *contention packet* karena terdapat dua atau lebih paket yang menuju *port output* pada saat yang bersamaan.

Pada sistem elektrik, permasalahan *contention* ini diatasi dengan teknik *store-and-forward* memanfaatkan RAM (*Random Access Memory*) sebagai *buffer*. Paket-paket yang mengalami *contention* akan disimpan dan diantri kemudian dikirim satu demi satu ke saluran jika saluran sudah kosong. Teknik ini dapat dilakukan karena tersedianya RAM, dan mengatasi *packet contention* merupakan prosedur yang sederhana. Akan tetapi, realisasi *buffer* dalam domain optik harus diambil melalui pendekatan lain karena RAM dalam domain optik belum tersedia. Sebagai pengganti, *optical buffer* ini dapat direalisasikan menggunakan *Fiber Delay Line*. Metode yang paling sederhana adalah paket-paket yang mengalami *contention* akan dimasukkan pada saluran fiber optik dengan panjang yang berbeda, sehingga paket-paket tersebut akan menempati *port* keluaran pada waktu yang berbeda. Implementasi metode tersebut memberikan *loss* fiber akibat penambahan panjang fiber optik. Disamping itu, estimasi biaya yang dibutuhkan tentunya juga akan semakin besar.

Kelemahan *Fiber Delay Line* dengan metode sederhana tersebut mendorong untuk dilakukannya suatu penelitian yang bertujuan mengembangkan

teknik untuk memodifikasi kecepatan grup gelombang yang berpropagasi pada suatu medium, khususnya fiber optik, dengan *loss* sekecil mungkin (*lossless*) sehingga *packet loss* akibat *contention* maupun *loss* akibat material dapat diatasi.

Salah satu metode yang sedang dikembangkan dalam merangkai suatu *Fiber Delay Line* yaitu dengan menggunakan *Side Coupled Integrated Spaced Sequence of Resonators (SCISSOR)*. Metode *SCISSOR* menyebabkan perlambatan kecepatan grup dari suatu panjang gelombang yang melaluinya. Hal ini mengakibatkan adanya *delay* pada waktu kedatangan paket. Dengan menggunakan metode *SCISSOR*, waktu kedatangan suatu paket dapat diatur dengan cara mengubah jumlah, indeks bias, maupun jari-jari ring resonator.

Pada Tugas Akhir ini direalisasikan penyelesaian *packet contention* dengan implementasi *SCISSOR* sebagai *Fiber Delay Line* pada *WDM Optical Buffer*. Pemodelan *Fiber Delay Line* menyediakan beberapa ring resonator yang disusun sepanjang salah satu sisi *waveguide*. Dengan mengatur jumlah, indeks bias, serta jari-jari ring resonator, maka waktu kedatangan paket-paket tersebut dapat dijadwalkan sedemikian hingga dapat mengurangi probabilitas terjadinya *packet contention*.

Pembuatan Tugas Akhir ini dilatarbelakangi oleh beberapa pemikiran sebagai berikut :

1. Implementasi *Fiber Delay Line* konvensional dengan menggunakan fiber optik dengan panjang tertentu akan menghasilkan *loss* sehingga kualitas transmisi akan menurun. Metode ini juga membutuhkan biaya yang besar.
2. Pemanfaatan *SCISSOR* sebagai *Fiber Delay Line* diharapkan mampu mengurangi terjadinya *packet contention* dengan *loss* sekecil mungkin (*lossless*) sehingga performansi jaringan dapat ditingkatkan. Implementasi *SCISSOR* memerlukan estimasi biaya yang lebih kecil daripada menggunakan metode konvensional.
3. Pengembangan konsep teori dan penelitian yang sebelumnya telah ada.

II. Rumusan Masalah

Secara garis besar pokok permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini meliputi:

1. Pendefinisian model *WDM Optical Buffer* pada *node Photonic Packet Switch*.
2. Pendefinisian model sistem SCISSOR.
3. Menganalisis *delay* yang dialami gelombang pada sistem SCISSOR.
4. Pendefinisian apa yang dimaksud dengan SCISSOR sebagai *Fiber Delay Line*.
5. Menganalisis dan mengevaluasi performansi SCISSOR sebagai *Fiber Delay Line* dengan melakukan simulasi.

III. Batasan Masalah

Pembuatan model dan simulasi dari sistem yang diteliti dalam Tugas Akhir ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Trafik yang dibangkitkan adalah paket-paket data dengan kelas prioritas sama.
2. Disiplin pelayanan sistem adalah *first in first out*.
3. Evaluasi performansi dilakukan pada satu *port* keluaran *node PPS*.
4. Jaringan yang digunakan adalah jaringan dengan mode *synchronous* sehingga paket mengalami tahap sinkronisasi sebelum masuk *Photonic Packet Switch*.
5. Tipe *switch* yang digunakan adalah *output buffer type switch*.
6. Resonator bersifat *lossless*.
7. Beberapa faktor yang akan dijadikan sebagai parameter input diantaranya adalah jari-jari ring resonator (R), koefisien refleksi (r), indeks bias ring resonator (n), serta orde SCISSOR (N).
8. Tidak melakukan pembahasan mengenai fabrikasi ring resonator.

IV. Tujuan dan Kegunaan

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Memahami prinsip kerja suatu *Side Coupled Integrated Spaced Sequence of Resonators (SCISSOR)*, mulai saat menerima paket sampai meneruskannya pada *output*.

2. Melakukan implementasi SCISSOR sebagai *Fiber Delay Line* pada *WDM optical buffer* guna mengevaluasi performansi SCISSOR dengan *average delay* paket dan *Packet Loss Probability* sebagai parameter evaluasi.
3. Mengevaluasi unjuk kerja SCISSOR dengan memperhitungkan panjang fiber yang dibutuhkan dan *loss* fiber pada FDL konvensional.

Adapun kegunaan dari penulisan Tugas Akhir ini didedikasikan untuk diri pribadi penulis pada khususnya dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya.

V. Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini meliputi:

1. Studi literatur tentang konsep *Side Coupled Integrated Spaced Sequence of Resonators (SCISSOR)* dan *WDM optical buffer* pada *node PPS*.
2. Simulasi kinerja SCISSOR sebagai FDL pada *WDM optical buffer* dengan parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Analisis kinerja struktur dengan mengamati dan mengevaluasi data hasil simulasi berupa *average delay* paket, *Packet Loss Probability*, serta perhitungan panjang fiber yang dibutuhkan dan *loss* fiber pada FDL konvensional.

VI. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Dasar Teori

Bab ini berisi gambaran umum dari mikroring resonator dan gambaran umum dari PPS.

BAB III Pemodelan Sistem dan Simulasi

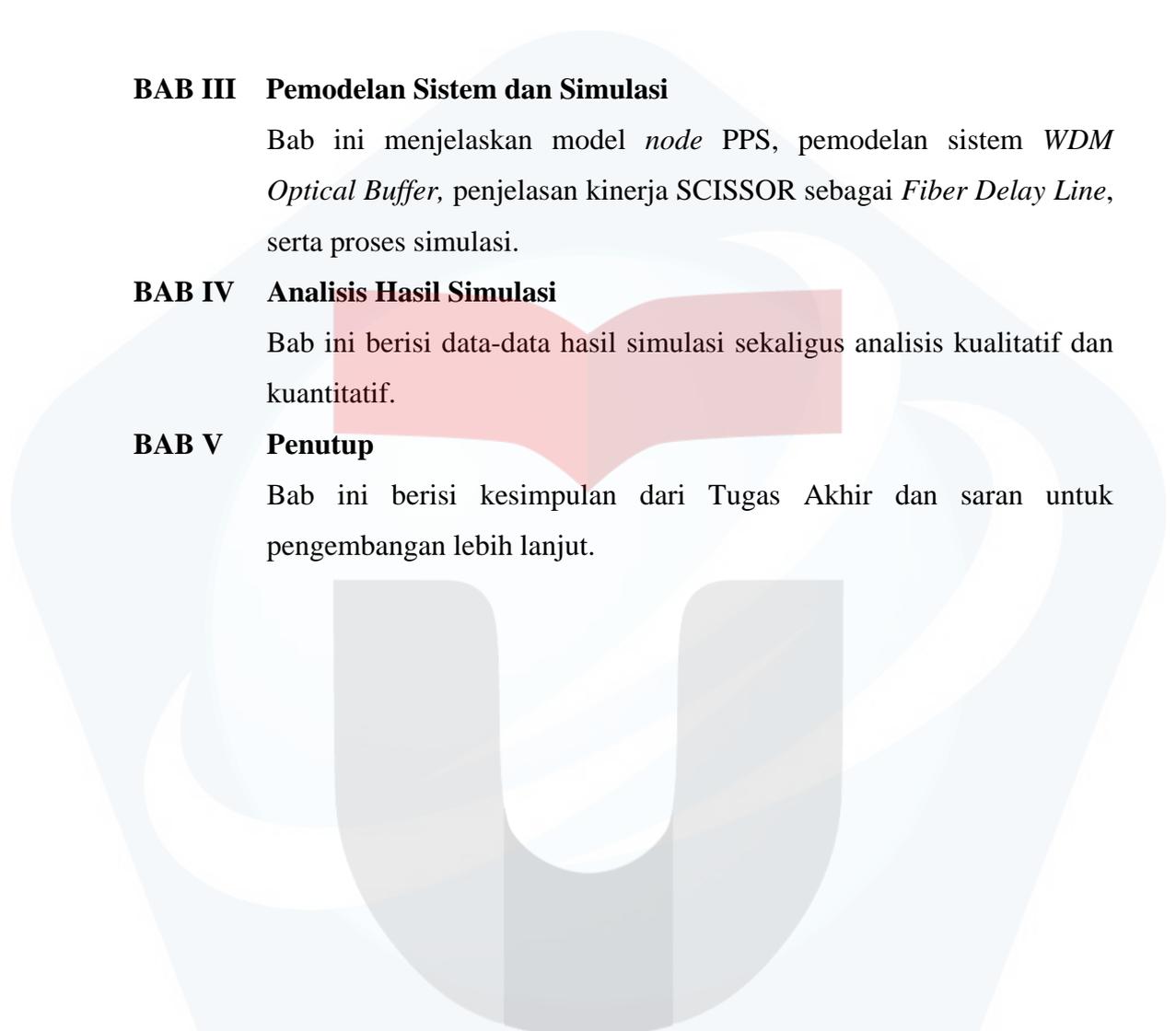
Bab ini menjelaskan model *node* PPS, pemodelan sistem *WDM Optical Buffer*, penjelasan kinerja SCISSOR sebagai *Fiber Delay Line*, serta proses simulasi.

BAB IV Analisis Hasil Simulasi

Bab ini berisi data-data hasil simulasi sekaligus analisis kualitatif dan kuantitatif.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari Tugas Akhir dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.



Telkom
University

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Panjang unit *delay* (D) optimal diperoleh pada kisaran nilai sekitar 100 *Byte* sampai dengan 160 *Byte* atau sekitar 30% dari rata-rata panjang paket 400 *Byte*. Besar nilai D optimal ini tergantung dari parameter-parameter *input* yang ditentukan dan algoritma penjadwalan paket yang digunakan.
2. Penambahan panjang jari-jari ring (R) tidak selalu mengakibatkan peningkatan *packet loss probability*. *Packet loss probability* mencapai nilai minimum jika menggunakan jari-jari ring 3 μm , yaitu 0,026, sedangkan ring resonator dengan jari-jari ring yang lain memberikan *packet loss probability* yang lebih besar. Penambahan jari-jari ring resonator mengakibatkan jarak yang harus ditempuh suatu gelombang untuk mencapai *output* SCISSOR menjadi lebih panjang, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama pada saat bersirkulasi. Hal tersebut mengakibatkan unit *delay* dan *average delay* meningkat seiring dengan penambahan jari-jari ring resonator.
3. Nilai koefisien r berkisar antara 0-1. Koefisien r berpengaruh terhadap kekuatan kopling. Kekuatan kopling yang berubah-ubah akan mempengaruhi besar *delay* yang diberikan terhadap suatu gelombang. Konsep tersebut dapat dilihat pada hasil simulasi yang menunjukkan unit *delay* dan *average delay* yang diberikan terhadap setiap gelombang yang melalui SCISSOR, berbeda-beda sesuai dengan panjang gelombang tersebut. *Packet loss probability* mencapai nilai minimum (0,026) pada saat $r = 0,01$. Pada kondisi ini, SCISSOR memberikan unit *delay* optimal.
4. Indeks bias ring resonator mempengaruhi kecepatan gelombang yang bersirkulasi pada ring. Indeks bias yang semakin besar mengakibatkan

perlambatan kecepatan grup. Karakteristik ini mengakibatkan nilai dari unit *delay* dan *average delay* meningkat dengan penambahan indeks bias ring resonator. *Packet Loss Probability* minimum (0,026) lebih dipengaruhi oleh unit *delay* optimal. Ring dengan indeks bias 1,5 dapat menghasilkan unit *delay* optima, yaitu sekitar 120 Byte (sekitar 30% panjang paket rata-rata).

5. Penambahan orde SCISSOR (jumlah *buffer*, B) akan menurunkan *packet loss probability* menjadi lebih kecil, tetapi *average delay* semakin besar. Penambahan 1 *FDL buffer* (1 orde SCISSOR/1 ring resonator) dapat memperbaiki *Packet Loss Probability* sekitar 0,02.

5.2 Saran

Beberapa hal yang diusulkan untuk pengembangan lebih lanjut antara lain sebagai berikut :

1. Mengembangkan penelitian untuk menguji SCISSOR sebagai FDL menggunakan algoritma penjadwalan paket yang lebih kompleks, seperti algoritma *void filling* atau *void space reduction*.
2. Mengembangkan penelitian pada *photonic packet switch* tipe *shared buffer*.
3. Menguji SCISSOR sebagai FDL untuk berbagai jumlah panjang gelombang pada *FDL buffer*.
4. Menguji SCISSOR sebagai FDL untuk beban trafik yang berbeda-beda.
5. Hasil simulasi ini diimplementasikan untuk menggantikan FDL konvensional.