

**KARYA ILMIAH**

# **Topologi Jaringan Transport Optik**



**OLEH :**  
**NAEMAH MUBARAKAH, ST**

**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**2007**

# Topologi Jaringan Transport Optik

## A. Pendahuluan

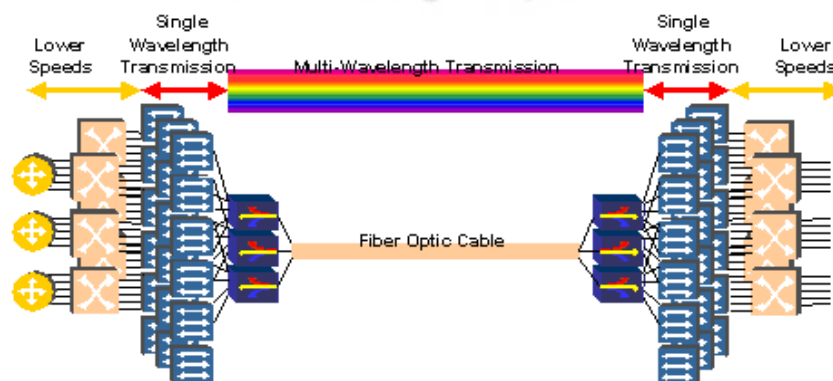
Perkembangan dan trend trafik data yang sangat cepat telah mendorong semakin berkembangnya teknologi jaringan transport optic yang mampu mengakomodasi kebutuhan bandwidth yang sangat besar (Next Generation Optical Transport Network). Aspek kehandalan dan reliabilitas menjadi krusial dalam jaringan optic transport karena melibatkan trafik yang besar dan potensi lost pendapatan yang tidak sedikit. Untuk itu diperlukan topologi jaringan transport yang handal.

Dalam era perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang demikian cepat, masyarakat modern memerlukan adanya sarana komunikasi yang handal dan canggih. Sarana komunikasi yang dibutuhkan tersebut harus berorientasi untuk memenuhi kebutuhan layanan yang berlaku tidak hanya saat ini, namun juga diorientasikan untuk memenuhi kebutuhan layanan di masa mendatang. Guna memenuhi kebutuhan itu diperlukan suatu jaringan yang handal, dengan kapasitas menampung bandwidth yang besar dengan kemudahan penambahan kapasitas, performansi yang lebih baik, tingkat ketersediaan yang tinggi, dan fleksibilitas yang baik. Jaringan Fiber Optik adalah jaringan yang dipercaya mampu menangani masalah tersebut. Perkembangan pada jaringan ini, didahului oleh dua jenis sistem transmisi yang dipakai yaitu Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) dan Synchronous Digital Hierarchy (SDH), dan saat ini berkembang teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) dan Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM).

## B. Teknologi Jaringan Transport Optik Masa Depan

Percepatan kebutuhan bandwidth yang terutama diakibatkan oleh pesatnya pertumbuhan trafik data seperti Internet, Intranet, dan aplikasi multimedia telah mendorong terjadinya evolusi yang sangat cepat di sisi teknologi jaringan transport. Jaringan transport yang sebelumnya hanya mampu mendukung kecepatan pada orde Mbit/s, berkembang dengan cepat memasuki orde Gbit/s bahkan Tbit/s! Inovasi di bidang jaringan transport ini didahului oleh penemuan teknologi SDH yang kemudian diikuti teknologi jaringan optik yang beroperasi dalam domain panjang gelombang, yaitu WDM (Wavelength Division Multiplexing), DWDM (Dense WDM), OADM (Optical Add/Drop Multiplexer), dan OXC (Optical Cross Connect). Dengan inovasi tersebut, saat ini, bandwidth bukan lagi sesuatu yang teramat mewah dan sulit untuk diperoleh. Jaringan Transport Optik Masa Depan, terutama untuk area backbone diyakini akan didominasi oleh teknologi berbasis Dense Wavelength Division Multiplexing dengan dukungan teknologi yang menggunakan prinsip optik/optik/optik (bukan optik/elektrik/optik) dan fiber dengan tipe G.655.

Prinsip Kerja Jaringan Transport Optik Masa Depan/DWDM adalah mentransmisikan trafik dengan kecepatan  $n \times 2,5$  Gbps atau  $n \times 10$  Gbps dalam bentuk sinyal-sinyal dengan panjang gelombang ( ) yang berbeda pada satu fiber.



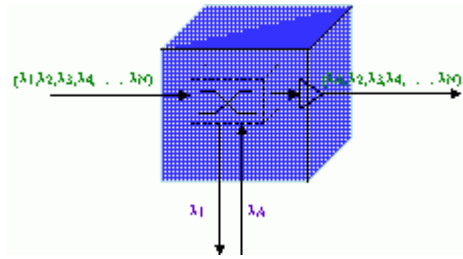
Gambar 1. Sistem Transmisi Multi Panjang Gelombang (xWDM)

Dalam penerapan-penerapan teknologi diatas, ada beberapa tipe topologi yang dapat diimplementasikan dengan memenuhi kebutuhan akan proteksi pada level yang diinginkan (mencapai hingga 100%). Dalam jaringan telekomunikasi pada umumnya terdapat dua alternatif utama sebagai topologi jaringan untuk teknologi jaringan transport masa depan. Kedua topologi tersebut adalah topologi ring dan mesh.

### **C. Topologi Ring**

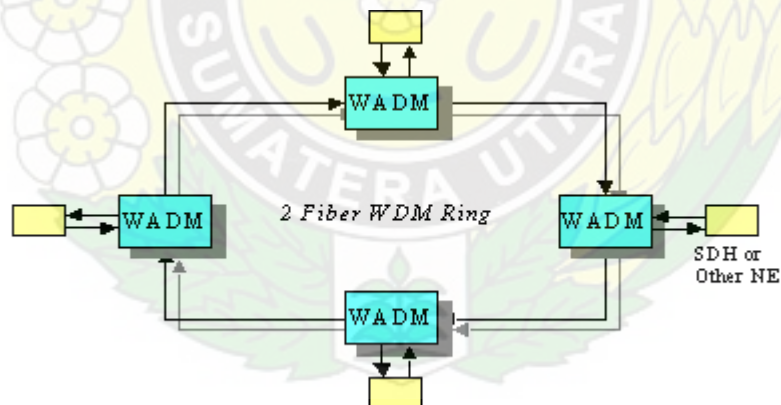
Topologi ring adalah topologi umum digunakan dalam jaringan SDH yang memiliki tingkat kehandalan yang tinggi dengan sistem proteksi self healing ring, dan tingkat survivabilitas 100%. Komponen perangkat utama dari topologi ini adalah Add Drop Multiplexer (ADM) pada jaringan SDH dan Optical Add Drop Multiplexer pada teknologi Jaringan Transport Optik Masa Depan atau DWDM. Dalam konfigurasi ring, perangkat OADM berfungsi melakukan add/drop sinyal dalam sistem. Konfigurasi ring, seperti juga pada jaringan SDH, dimaksudkan untuk mengimplementasikan sistem proteksi. Prinsip dasar OADM (dengan topologi ring) adalah:

- Melakukan multiplexing panjang gelombang.
- Memiliki kemampuan menurunkan panjang gelombang  $\lambda$  di suatu titik, di mana OADM ditempatkan.
- Memiliki kemampuan add/drop panjang gelombang  $\lambda$  di titik OADM.
- Memiliki sistem cross connect pada satuan  $\lambda$ .



Gambar 2. Wavelength/Optical Add Drop Multiplexer (W/OADM)

Bila DWDM diimplementasikan berdasarkan topologi ring, maka jumlah perangkat dan komponen yang dipergunakan dalam sistem akan menjadi lebih sedikit. Jika sistem yang digunakan adalah  $n \times 2,5$  Gbps maka total trafik yang mampu untuk dibawa oleh sistem ring DWDM adalah sama dengan  $8 \times 2,5$  Gbps ( $n=16$ ). Bila terjadi kerusakan node atau fiber, sistem ring DWDM dapat melakukan proteksi dengan metode pengaturan proteksi sinyal dan sinyal kerja mengacu pada sistem ring.



Gambar 3. Topologi Jaringan WDM Ring

Perangkat untuk mendukung konsep jaringan optik transparan pada topologi ring adalah add/drop sinyal pada level optik. Proses yang akan didukung oleh perangkat ini dalam hal jaringan optik transparan adalah proses pass through trafik yang mungkin terjadi pada tiap

node dalam jaringan. Proses pass through trafik dalam jaringan transparan dilakukan tanpa terlebih dahulu melalui proses konversi sinyal OEO.

#### **D. Topologi Mesh**

Topologi Mesh adalah topologi yang didisain untuk memiliki tingkat restorasi dengan berbagai alternatif rute yang biasanya disiapkan dengan dukungan perangkat lunak. Komponen utama dalam topologi ini adalah Digital Cross Connect (DXC) dengan lebih dari dua sinyal aggregate, dan tingkat cross connect yang beragam pada level sinyal SDH.

Secara umum jaringan mesh dengan DXC Self-Healing dapat ditandai berdasarkan teknik implementasi yang berbeda-beda sebagai berikut:

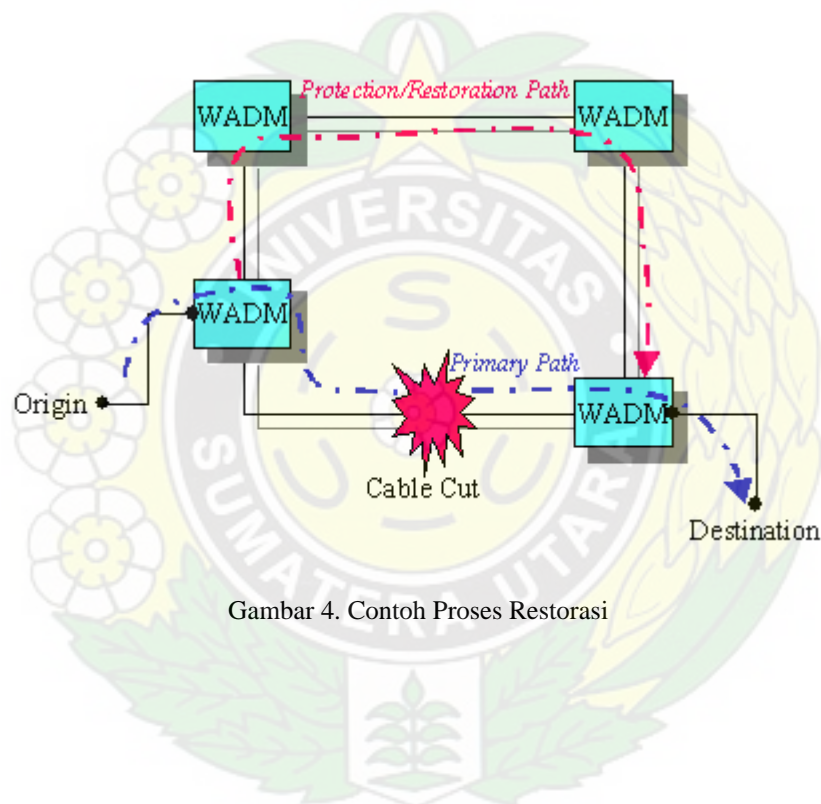
1. Skema kontrol self-healing (terpusat dan terdistribusi)
2. Perutean kembali (rerouting) perencanaan kanal (preplanned dan dinamik)
3. Tingkat restorasi sinyal (restorasi saluran/line dan restorasi kanal/path)

Jaringan DXC disebut jaringan self-healing jika dapat memulihkan demand terpengaruh secara otomatis saat terjadi kesalahan fasilitas serat optik, perangkat atau office. DXC SDH memberikan kemampuan restorasi jaringan melalui perutean alternatif demand. Restorasi prioritas melalui penyusunan kembali path dapat diimplementasikan hanya jika kapasitas spare tersedia dalam jaringan.

Sedangkan kemampuan DWDM dalam hal restorasi dan proteksi pada topologi mesh adalah sebagai berikut:

- a. Sistem DWDM memungkinkan pengimplementasian proteksi elektrik dengan sistem 1:N yang disandingkan dengan proteksi optik 1:1 untuk memberikan sistem proteksi yang lengkap.
- b. Sistem restorasi DWDM memiliki kemampuan untuk menyimpan bundle yang lebih banyak dari SDH, kecil kemungkinan terjadinya restorasi dan jika terjadi maka waktu restorasi yang dibutuhkan akan lebih singkat.

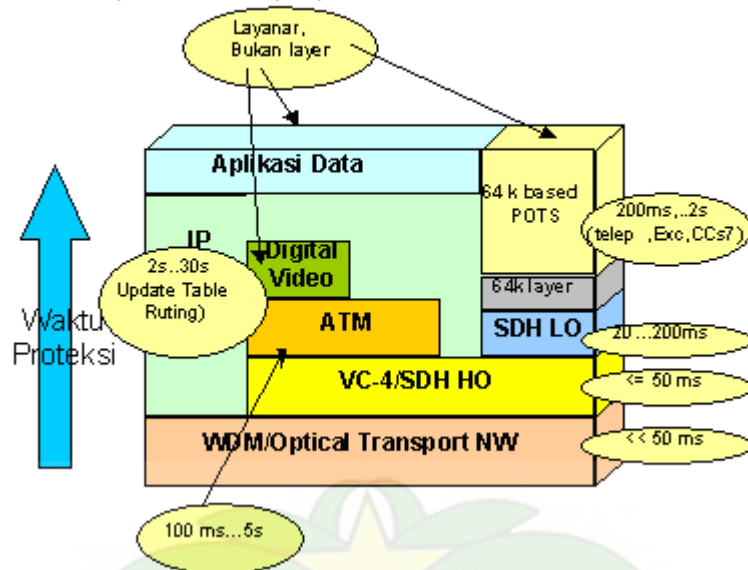
Jumlah komponen elektrik yang diproteksi menjadi lebih sedikit.



Gambar 4. Contoh Proses Restorasi

DWDM juga mengakibatkan terjadinya evolusi sistem proteksi, di mana terjadi pergeseran layer yang diproteksi, yang mengakibatkan terjadinya perubahan waktu proteksi. Waktu proteksi yang dibutuhkan akan semakin bertambah sesuai dengan layer yang akan diproteksi (dari layer fisik sampai layanan).

Waktu Proteksi Bertambah jika layer yang diproteksi makin tinggi  
 Mulai dari layer fisik menuju layanan



Gambar 5. Waktu Proteksi yang Dibutuhkan pada Tiap Layer

Kedua alternatif topologi ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa dan kajian agar pilihan topologi yang akan diterapkan dilapangan tepat dan memiliki kemampuan untuk memenuhi kebutuhan jangka panjang dengan biaya yang efisien.

Menentukan proteksi yang tepat di antara arsitektur ring dan mesh pada jaringan dengan teknologi DWDM tergantung pada strategi perencanaan. Pada suatu disain atau perencanaan jaringan perlu dianalisa dalam kondisi seperti bagaimana jaringan mesh dengan DXC Self-Healing menjadi lebih menarik dibandingkan sistem ring dengan SHR, atau sebaliknya.

Perbandingan relatif di antara arsitektur SHR dan DXC Self-Healing pada jaringan transport optik masa depan dapat ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Arsitektur Ring dan Mesh

No	Attribute	Ring	Mesh
1.	Restoration Technique	SHR	DCS <i>Self-Healing</i>
2.	Network Size (Metro)	Less Nodes	More Nodes
3.	Dominant Equipment	ADM	DXC
4.	Working Capacity	Dedicated	Share/Flexible
5.	Protection Capacity	Dedicated	Share/Flexible and More optimum
6.	Needed Network Connectivity	Middle	More
8.	Fiber Efficiency	Low	High
9.	Complexity of plan	Middle	More Complex
10.	Operation and Maintenance	Middle	More Complex

## E. Kesimpulan

Kedua alternatif topologi ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa dan kajian agar pilihan topologi yang akan diterapkan dilapangan tepat dan memiliki kemampuan untuk memenuhi kebutuhan jangka panjang dengan biaya yang efisien. Sehingga dalam menentukan proteksi yang tepat di antara arsitektur ring dan mesh pada jaringan jaringan transport optik masa depan sangat tergantung pada strategi perencanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Steward D. Personick, *Fiber Optics Technology and Applications*, Plenum Press, 1981
2. Gerd Keiser, *Optical Fiber Communications*, McGraw-Hill, Inc, 1991.
3. *Mencapai Reliability Five Nine's Untuk Softswitch*, Akhmad Ludfy, Gematel 2005
4. *Sistem Proteksi Transmisi NGN*, Akhmad Ludfy, Gematel 2005
5. *Perbandingan Teknologi Mesh & Ring*, Akhmad Ludfy & Mustapa Wangsaatmadja, 2002
6. Mike Sexton & Andy Reid, *Transmission Networking: SONET and The Synchronous Digital Hierarchy*, Artech House Boston London, 1992