

ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA TOPOLOGI *MESH* DAN *HYBRID* PADA JARINGAN OPTIK WDM DENGAN MENGUNAKAN ALGORITMA *FIRST-FIT*

Nanang Ismail*, Titin Nurjanah, Jati Fallat

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan komunikasi dalam berbagai bentuk menyebabkan peningkatan kapasitas sistem komunikasi. Kapasitas informasi yang dibawa dari sebuah sistem komunikasi secara langsung berkaitan dengan bandwidth. Semakin besar *bandwidth*, maka semakin besar pula kapasitas informasi yang dibawa. Fiber Optik adalah salah satu media transmisi berkecepatan tinggi, dengan cahayanya mampu menyalurkan data dengan kecepatan yang sangat tinggi. Beberapa teknik transmisi terus dikembangkan, untuk mendukung dan memperbaiki kinerja Fiber Optik. Wavelength Division Multiplexing (WDM) adalah salah satu teknologi multiplexing dalam komunikasi serat optik yang bekerja dengan membawa sinyal informasi yang berbeda pada satu serat optik dengan menggunakan panjang gelombang yang berbeda. Makalah ini menuangkan hasil penelitian perbandingan kinerja topologi Mesh dan *Hybrid* pada jaringan optik WDM dan pengaruh penggunaan Algoritma First-fit terhadap kinerja topologi keduanya. Dari hasil simulasi menggunakan MatPlanWDM dapat diketahui adanya perbandingan kinerja dengan menggunakan Algoritma First-fit pada tiap parameter terhadap trafik matrik dan perbandingan kinerja jaringan WDM dengan menggunakan algoritma First-fit. Penggunaan Algoritma First-fit pada topologi Mesh dan Hybrid sangat berpengaruh pada pemilihan panjang gelombang yang tersedia. Algoritma First-fit memilih panjang gelombang λ_1 untuk ditempatkan pada semua link.

Kata-kata kunci: *Bandwidth, Wavelength Division Multiplexing, multiplexing, Mesh, Hybrid, First-fit*

Pendahuluan

Pemanfaatan teknologi informasi berupa multimedia melalui jaringan menjadi komunikasi yang menarik dan banyak digunakan oleh semua kalangan di jaman perkembangan ini. Sesuai dengan tuntutan pelayanan

komunikasi yang cenderung meningkat dengan cepat, maka diperlukan pula media transmisi untuk melakukan komunikasi yang memadai dan pada saat ini hanya jenis media transmisi kabel *Fiber Optic* yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Kabel *Fiber*

Optic mampu melayani transfer data dengan kecepatan tinggi dalam waktu yang relatif singkat dan bentuk fisik yang relatif kecil dan ringan.

Mengingat kebutuhan bandwidth untuk sistem transmisi yang akan datang jauh lebih besar dari yang sudah ada sekarang, sedangkan pengembangan teknologi TDM (*Time Division Multiplexing*) masih terbatas, maka dibutuhkan suatu teknik multiplexing yang memungkinkan untuk mengatasi masalah bandwidth tersebut, yaitu teknologi WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). Teknik WDM merupakan suatu teknik multiplex atau penggabungan yang memungkinkan untuk mentransmisikan beberapa sinyal optik pada satu serat optik yang sama dan setiap sinyal optik dialokasikan panjang gelombang tertentu.[9]

WDM merupakan suatu teknik transmisi yang memanfaatkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda sebagai kanal-kanal informasi, sehingga setelah dilakukan proses multiplexing seluruh panjang gelombang tersebut dapat ditransmisikan melalui sebuah serat optik.[2]

Dalam penelitian ini dianalisa dan disimulasikan perbandingan kinerja jaringan optik WDM dengan menggunakan dua topologi jaringan dan satu algoritma. Kedua Topologi tersebut adalah Topologi *Mesh* dan Topologi *Hybrid*.

Topologi *Mesh* adalah suatu topologi yang memang didisain untuk memiliki tingkat restorasi dengan berbagai alternatif rute atau penjaluran yang biasanya disiapkan dengan dukungan perangkat lunak atau software. Topologi *Hybrid* Kombinasi dari dua atau lebih topologi yang bergabung. Ketika masing-masing topologi penyusun bergabung, maka karakteristik di setiap topologi tersebut tidak ada, yang ada adalah karakteristik topologi gabungan.[5]

Dan algoritma yang digunakan yaitu algoritma *First-fit*. Algoritma *First-fit*, yaitu dimana seluruh panjang gelombang yang akan digunakan diberi nomor, ketika algoritma menemukan ada sejumlah panjang gelombang yang bisa ditempatkan pada *lightpath*, maka panjang gelombang dengan nomor

terendah akan dipilih untuk ditempatkan.[8]

Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian kali ini adalah bagaimana perbandingan pengaruh penggunaan algoritma *First-fit* terhadap topologi *Mesh* dan *Hybrid* yang digunakan dengan melihat parameter Number of Transmitter per *Node*, Number of Receivers per *Node*, Number of TWCs per *Node*, Number of Wavelength per *Node*, Wavelength Channel Capacity, dan Traffic Demand terhadap mariks carried/offered traffic, number of virtual hops, Network Congestion, Single hop traffic/offered traffic, number of lightpaths, number of used wavelength channel, number of lightpaths per fiber *link* dan message propagation delay?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui pengaruh penggunaan algoritma *First-fit*

terhadap topologi *Mesh* dan topologi *Hybrid* dengan melihat parameter *carried/offered traffic*, *Network Congestion*, *Single hop traffic/offered traffic*, *number of virtual hops*, *number of lightpaths*, *number of used wavelength channel*, *number of lightpaths per fiber link* dan *message propagation delay*.

- Mengetahui perbandingan kinerja jaringan Optik WDM dengan penggunaan topologi *Mesh* dan *Hybrid* terhadap algoritma *First-fit*.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dibatasi ruang lingkup permasalahan dengan maksud untuk mencapai sasaran yang diharapkan agar tidak meluas pembahasannya. Adapun batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Simulator MatPlanWdm versi (0.61) digunakan untuk mengevaluasi kinerja jaringan optik WDM dengan parameter jaringan yang tersedia.
2. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *First-Fit*.

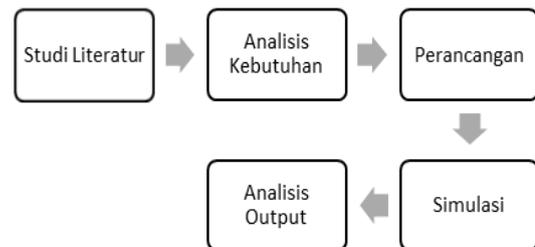
3. Algoritma yang digunakan pada MatPlanWDM menganalisa kinerja jaringan WDM dengan metrik *carried/offered traffic, number of virtual hops, number of lightpaths, number of used wavelength channel, number of lightpaths per fiber link* dan *message propagation delay*.
4. Topologi yang digunakan adalah topologi *Mesh* dan topologi *Internet* dengan 6 node.
5. Jaringan yang digunakan adalah jaringan tanpa *Wavelength Converter*

Metodologi Penelitian

Menurut pendekatannya penelitian ini tergolong dalam metode kuantitatif, karena menganalisis permasalahan dengan menggunakan parameter-parameter yang dapat hitung/diukur ataupun dikuantifikasikan.

Gambar dibawah menunjukkan diagram sistematika penelitian. Diagram ini dibagi menjadi lima bagian utama yaitu Studi Literatur,

Analisis Kebutuhan, Perancangan pembuatan simulasi, tahap melakukan Simulasi dengan menggunakan MATLAB MatPlanWDM, dan kemudian Analisis Output.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

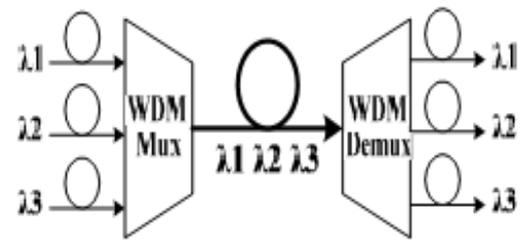
Pada penelitian ini, digunakan simulator MatPlanWDM untuk mensimulasikan jaringan optik WDM. Simulator ini bersifat open source sehingga apabila dilakukan pengembangan maka akan menjadi lebih dinamis dalam hal pemodelan jaringan, topologi, algoritma dan perilaku trafik. MatPlanWDM dijalankan pada sistem operasi Windows dan tidak bisa dijalankan pada sistem operasi linux.

Wavelength Division Multiplexing

Teknologi WDM pada dasarnya adalah teknologi transport untuk menyalurkan berbagai jenis trafik (data, suara, dan video) secara

transparan, dengan menggunakan panjang gelombang yang berbeda-beda dalam satu fiber tunggal secara bersamaan. Dalam teknologi WDM ini, pada satu kabel Fiber Optic dapat dilakukan pengiriman secara bersamaan banyak informasi melalui kanal yang berbeda. Setiap kanal dibedakan dengan menggunakan prinsip perbedaan panjang gelombang yang dikirimkan oleh sumber informasi. Sinyal informasi yang dikirimkan awalnya diubah menjadi panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang yang tersedia pada Fiber Optic kemudian dimultipleksikan pada satu Fiber Optic.[1]

Pada gambar 2, terdapat beberapa kanal trafik yaitu λ_1 , λ_2 , dst dimana dilakukan kombinasi beberapa kanal menjadi satu Fiber Optic yang sama, dan pada keluarannya dilakukan pemisahan kembali kanal-kanal tersebut sesuai dengan masukannya. Setiap kanal ini dibedakan dengan menggunakan prinsip perbedaan panjang gelombang yang dikirimkan oleh sumber informasi. Dengan demikian dapat dilakukan penghematan penggunaan Fiber Optic.[2]



Gambar 2. Ilustrasi pengiriman informasi pada WDM[6]

Menurut Sholihin (2007), jaringan WDM memiliki dua buah arsitektur, yaitu:[8]

□ Arsitektur broadcast and select

Setiap titik pada jaringan dilengkapi dengan satu atau lebih pemancar dan penerima optik. Suatu peralatan pasif diletakkan ditengah-tengah jaringan tersebut yang berfungsi untuk mengalirkan sinyal dari masing-masing serat masukan ke serat keluaran, peralatan pasif tersebut dinamakan passive star coupler. Untuk jaringan dengan menggunakan arsitektur broadcast and select, panjang gelombang yang ada tidak dapat digunakan lagi oleh titik yang lainnya, hal ini mengakibatkan jumlah titik dalam jaringan menjadi terbatas, sehingga arsitektur ini hanya cocok untuk

LAN dengan jumlah pengguna sedikit.

□ Arsitektur wavelength routing

Keterbatasan dalam pemakaian ulang panjang gelombang pada arsitektur broadcast and select mengakibatkan arsitektur ini tidak dapat mendukung untuk pemgguna dalam jumlah yang besar seperti pada jaringan WAN. Pada jaringan WAN harus dibangun dengan menggunakan arsitektur yang dapat menyesuaikan diri. Pada jaringan WDM wavelength routing mengijinkan pemakaian panjang gelombang yang sama pada bagian lain dalam jaringan tersebut. Titik-titik pada jaringan mampu melakukan perutean panjang gelombang yang berbeda pada port masukan ke port keluaran yang berbeda-beda.

Routing Wavelength Assignment

Dalam jaringan all-optical wavelength-routed terdapat permasalahan dalam mengontrol jaringan, yaitu menetapkan rute (kumpulan *links* serat) ke permintaan lightpath dan menentukan panjang gelombang yang digunakan pada setiap *links* sepanjang rute. WDM

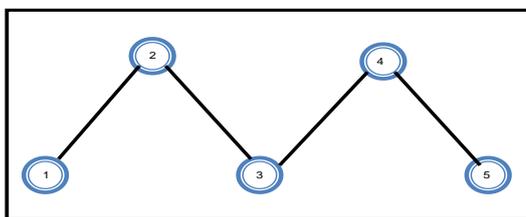
memungkinkan beberapa koneksi berbeda untuk berjalan pada suatu fiber optic yang sama. Dalam arsitektur jaringan optik, routing dilakukan dengan menggunakan lightpaths, yaitu all-optical WDM channels yang berada pada kabel. Hal ini dilakukan untuk menghindari konversi dari optik ke listik, yang akan menambah komponen delay dan biaya secara keseluruhan. Permasalahan yang timbul adalah pengaturan dan routing tiap lightpaths kepada tiap wavelength untuk menghasilkan kinerja jaringan yang optimal. Permasalahan ini disebut dengan Routing and Wavelength Assignment (RWA). Salah satu algoritma untuk mengatasi RWA yaitu *First-fit* Wavelength Assignment (FFWA). Pada algoritma ini semua panjang gelombang diberi nomor, panjang gelombang dengan nomor terendah dipilih dari panjang gelombang yang tersedia. Tujuannya adalah untuk menjaga ketersediaan panjang gelombang dalam jaringan.[7]

Algoritma *First-fit*

Algoritma *First-fit*, yaitu dimana seluruh panjang gelombang yang

akan digunakan diberi nomor, ketika algoritma menemukan ada sejumlah panjang gelombang yang bisa ditempatkan pada lightpath, maka panjang gelombang dengan nomor terendah akan dipilih untuk ditempatkan. Algoritma *First-fit* tidak memerlukan sistem informasi global, sehingga beban perhitungannya lebih rendah karena tidak diperlukan untuk melakukan pencarian panjang gelombang yang tersedia di seluruh *link* pada setiap rute.[8]

Pada gambar 3 dibawah, terdapat sebuah jaringan yang memiliki 5 *node* dan 4 *link* dengan 3 panjang gelombang (λ_1 , λ_2 , dan λ_3) yang menempati beberapa *link*. Permintaan koneksi datang dengan urutan dari *node* ke *node* yaitu [(1,3) (1,2) (4,5) (3,5) (2,4) (3,4)] yang diwakili secara berturut-urur oleh a, b, c,d e, f.



Gambar 3. Jaringan 5 *Node* dan 4 *link*

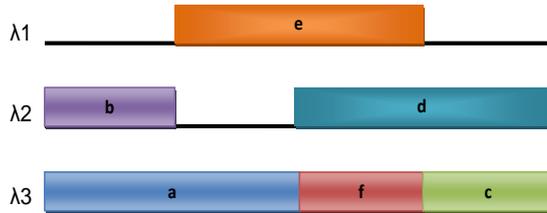
Penempatan panjang gelombang pada kasus diatas untuk algoritma first fit yang digunakan adalah:

- Begitu ada permintaan koneksi, algoritma memeriksa panjang gelombang yang ada dan mengurutkan mulai dari panjang gelombang bernomor paling kecil sampai terbesar yaitu λ_1 , λ_2 , dan λ_3 .
- Untuk koneksi (1,3) menggunakan λ_1 .
- Untuk koneksi (1,2) karena λ_1 sudah ditempati oleh jalur koneksi (1,3), maka akan ditempatkan λ_2 .
- Untuk koneksi (4,5) panjang gelombang dengan nomor terkecil λ_1 pada koneksi itu bebas, maka ditempatkan λ_1 .
- Untuk koneksi (3,5) menggunakan λ_2 .
- Untuk koneksi (2,4) panjang gelombang bernomor kecil telah ditempatkan pada koneksi lain maka yang tersedia hanya λ_1 , sehingga akan ditempatkan λ_3 .

- Untuk koneksi (3,4) menggunakan λ_1 .

Ilustrasinya adalah seperti gambar

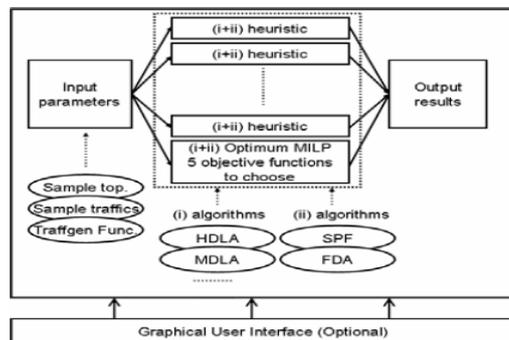
4. dibawah ini:



Gambar 4. Penempatan panjang gelombang dengan *First-fit*

MatplanWDM

Dalam pembuatan simulasi ini digunakan matplan.wdm Simulator yang dikembangkan oleh Telecommunications Engineering in the Technical University of Cartagena (Spain) untuk memodelkan jaringan optik WDM. Gambar 5 dibawah ini adalah struktur toolbox MatPlanWDM secara umum.



Gambar 5. Struktur Toolbox MatPalnWDM [6]

Toolbox tersebut terdiri atas beberapa skrip untuk mendefinisikan struktur jaringan seperti jaringan random atau jaringan yang didefinisikan oleh user dan juga mendefinisikan matriks trafik secara random maupun *First-fit*. [3]

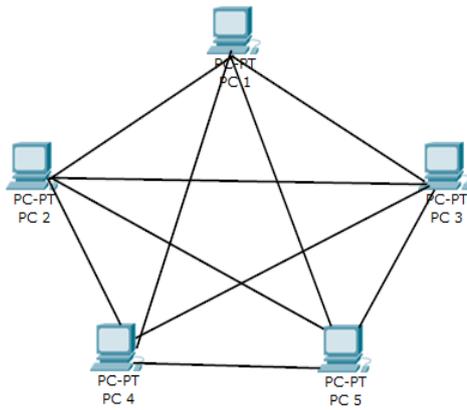
Perancangan

Tahap perancangan yang akan dilakukan dalam pembuatan simulasi menggunakan simulator *Matplan.wdm* ini diantaranya adalah :

- Perancangan topologi
- Pengaturan trafik
- Perancangan algoritma *Routing Wavelength Assignment*
- Pengaturan Properti Pada Simulator MatPlanWDM

A. Topologi *Mesh*

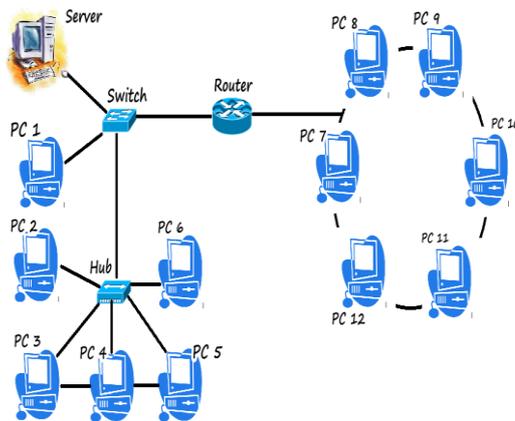
Gambar 6 dibawah adalah gambar topologi *Mesh* sesuai dengan *setting* parameter yang sudah dirancang pada design topologi sebelumnya.



Gambar 6. Topologi Mesh

B. Topologi Hybrid

Topologi yang kedua adalah topologi Hybrid, pada gambar 7 dibawah ini adalah topologi yang digunakan sesuai dengan setting parameter yang telah dirancang. Dari gambar ini dapat dilihat terdapat 4 bidirectional link dari node 1 menuju 2 dan sebaliknya, kemudian node 3 menuju node 4 dan sebaliknya.



Gambar 7. Topologi Hybrid

Tabel 1 dibawah ini adalah setting parameter pada topologi Hybrid dan Mesh yang telah dirancang untuk dijalankan pada simulasi.

Tabel 1. Setting Parameter Topologi Mesh

	Topologi Mesh	Topologi Hybrid
Jumlah Node	6	6
Jumlah Link	16	30
Jumlah wavelength	4	4
Node id	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
Nama Node	Node 1, 2, 3, 4, 5, 6	Node 1, 2, 3, 4, 5, 6
Lightpath Capacity	60 Gbps	60 Gbps
Level Node	8	8
Jumlah eo transmitter	1.0000e+12	1.0000e+12
Jumlah oe receiver	1.0000e+12	1.0000e+12

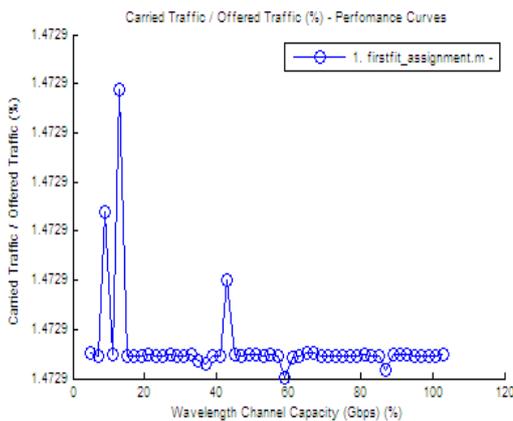
Parameter yang terdapat pada simulator *matplan.wdm* ini adalah:

1. Number of Transmitter per Node: Jumlah pengirim dari tiap

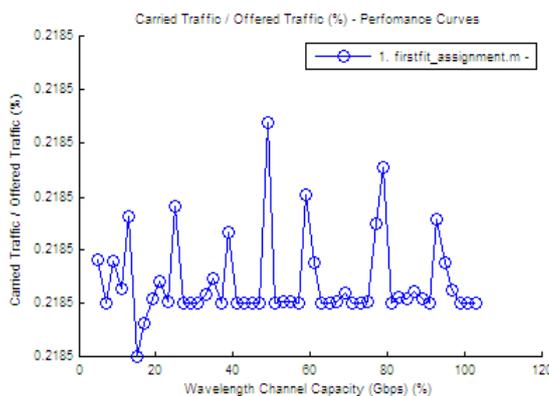
- masing-masing *node* pada kedua topologi.
2. *Number of Receivers per Node*: Jumlah penerima dari setiap masing-masing *node* pada kedua topologi.
 3. *Number of TWCs per Node*: Jumlah dari Wavelength Converter pada setiap *node* dari masing-masing topologi.
 4. *Number of Wavelengths per Node*: Jumlah maksimum panjang gelombang dari setiap *node* pada setiap *link*.
 5. *Wavelength Channel Capacity (Gbps)* : Kapasitas saluran panjang gelombang pada jaringan dengan satuan Gbps.
 6. *Traffic Demand (Gbps)*: Kebutuhan lalu lintas dari jaringan optik itu sendiri.
- Kinerja jaringan dapat dilihat dari hasil kurva yang akan ditampilkan oleh beberapa matriks dibawah ini:
1. *Carried Traffic / Offered Traffic (%)*: Kapasitas sinyal pembawa atau pengirim pada setiap *link* dan *node* pada setiap topologi.
 2. *Number of Virtual Hops*: Jumlah rata-rata *Virtual Hops* pada setiap topologi *Virtual*.
 3. *Network Congestion*: Kemacetan jaringan pada setiap trafik yang dibawa oleh *lightpath* yang paling banyak dibawa.
 4. *Single Hop Traffic / Offered Traffic (%)*: Kapasitas Sinyal tunggal pembawa atau pengirim pada setiap *link* dan *node* pada setiap topologi.
 5. *Number of Lightpaths*: Jumlah jalur cahaya yang terdapat pada setiap *link* di topologi.
 6. *Number of Used Wavelengths Channels*: Jumlah rata-rata kanal panjang gelombang yang di gunakan pada jaringan secara maksimal.
 7. *Number of Lightpaths per Fiber Link*: Jumlah rata-rata jalur cahaya pada setiap *link* yang dibawa oleh masing-masing fiber.
 8. *Message Propagation Delay (us)*: Jumlah rata-rata *delay* propagasi pada trafik yang dibawa oleh topologi fisik.

Analisis

Gambar 8 dan 9 dibawah ini merupakan hasil simulasi dari parameter *Wavelength Channel Capacity (Gbps)* terhadap matriks *Carried Traffic / Offered Traffic (%)*. Baik yang menggunakan Topologi *Mesh* maupun Topologi *Hybrid*.



Gambar 8. Wavelength Channel Capacity (%) VS Carried Traffic / Offered Traffic (%) dengan Topologi *Mesh*.



Gambar 9. Wavelength Channel Capacity (%) VS Carried Traffic / Offered Traffic (%) dengan Topologi *Hybrid*.

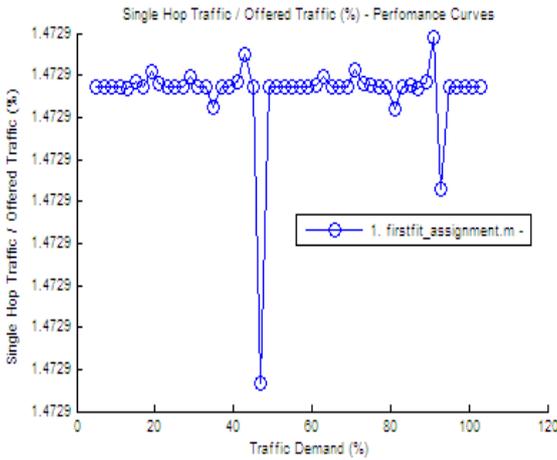
Offered Traffic (%) dengan Topologi *Hybrid*.

Setiap kapasitas sinyal pembawa atau pengirim di setiap *node* dan *link* pada saluran panjang gelombang. Karena pada topologi *Mesh* memiliki *link* yang lebih banyak maka tingkat kapasitas saluran panjang gelombang pada topologi *Mesh* menunjukkan nilai lebih tinggi dibandingkan topologi *Hybrid*.

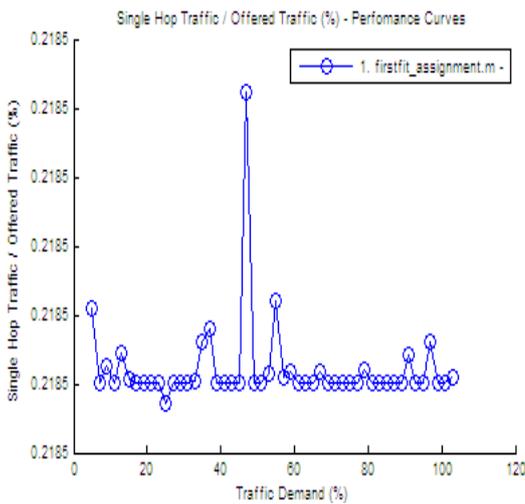
Dengan menggunakan Topologi *Mesh*, kinerja *Wavelength Channel Capacity (Gbps)* menunjukkan kenaikan pada prosentase *Carried Traffic / Offered Traffic (%)* ke 8, 12, 42, dan mengalami penurunan pada prosentase ke 60 dan 88. Perubahan paling signifikan ditunjukkan saat prosentase menunjukkan nilai ke 12.

Sedangkan dengan menggunakan Topologi *Hybrid*, kinerja *Wavelength Channel Capacity (Gbps)* menunjukkan kenaikan pada prosentase *Carried Traffic / Offered Traffic (%)* ke 16, 25, 38, 40, 50, 60, 80, 95, dan mengalami penurunan pada prosentase ke 18. Perubahan paling signifikan ditunjukkan saat prosentase menunjukkan nilai ke 50.

Gambar 10 dan 11 merupakan hasil simulasi dari parameter *Traffic Demand* terhadap matriks *Single Hop Traffic / Offered Traffic (%)*. Baik yang menggunakan Topologi *Mesh* maupun Topologi *Hybrid*.



Gambar 10. *Traffic Demand VS Single Hop Traffic / Offered Traffic dengan Topologi Mesh.*



Gambar 11. *Traffic Demand VS Single Hop Traffic / Offered Traffic dengan Topologi Hybrid.*

Kapasitas sinyal tunggal pembawa pada topologi *Mesh* tidak lebih stabil dibandingkan topologi *Hybrid*, karena topologi *Mesh* memiliki 30 *link* jalur cahaya maka kebutuhan lalu lintas dari jaringan optik itu sendiri semakin berpengaruh terhadap kapasitas saluran panjang gelombang, oleh sebab itu topologi *mesh* memiliki nilai yang lebih besar daripada *hybrid*.

Pada tabel 2 dibawah ini menunjukkan perubahan pada nilai dari hasil simulasi pada *What if Analysis* pada topologi *Mesh* dan *Hybrid*.

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Topologi

P	Matriks	<i>Mesh</i>	<i>Hybrid</i>
<i>Wavelength Cannel Capacity</i>	<i>Carried /Offered Traffic</i>	1,472	0,218
	<i>Number of Virtual Hops</i>	1,009	1
	<i>Network Congestion</i>	3,2	2,641
	<i>Single Hop/Offered</i>	1,474	0,218

	<i>Traffic</i>		
	<i>Number of Lightpath</i>	30	9
	<i>Number of Used Wavelengths Channel</i>	30	12
	<i>Number of Lightpath per Fiber Link</i>	1	1
	<i>Message Propagation Delay</i>	2,881	1,948
<i>Traffic Demand</i>	<i>Carried /Offered Traffic (%)</i>	1,472	0,216
	<i>Number of Virtual Hops</i>	1	1
	<i>Network Congestion</i>	3,8	2,8
	<i>Single Hop/Offered Traffic (%)</i>	1,4729	0,2185
	<i>Number of Lightpath</i>	30	9
	<i>Number of Used Wavelengths Channel</i>	30	12
	<i>Number of Lightpath per Fiber Link</i>	1	1

	<i>Message Propagation Delay</i>	2,869	1,946
--	----------------------------------	-------	-------

Tabel 3 dibawah ini adalah analisa *wavelength utilization* jaringan optik WDM dengan menggunakan Algoritma *First-fit* pada topologi *Mesh*.

Tabel 3. Analisa *Wavelength Utilization* pada Topologi *Mesh*

Link ID	Origin Node	Destination Node	Distance	Existing Wavelengths	Used Wavelengths
1	1	2	0.53	4	1
2	2	1	0.53	4	1
3	2	3	0.41	4	1
4	3	2	0.41	4	1
5	1	4	0.34	4	1
6	4	1	0.34	4	1
7	4	3	0.43	4	1
8	3	4	0.43	4	1
9	4	2	0.35	4	1
10	2	4	0.35	4	1
11	5	4	0.48	4	1
12	4	5	0.48	4	1
13	6	4	0.55	4	1
14	4	6	0.55	4	1
15	5	6	0.53	4	1
16	6	5	0.53	4	1
17	1	3	0.77	4	1
18	3	1	0.77	4	1
19	1	6	0.8	4	1
20	6	1	0.8	4	1
21	1	5	0.46	4	1
22	5	1	0.46	4	1
23	5	2	0.83	4	1
24	2	5	0.83	4	1
25	5	3	0.83	4	1
26	3	5	0.83	4	1
27	6	2	0.82	4	1
28	2	6	0.82	4	1
29	6	3	0.56	4	1
30	3	6	0.56	4	1

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dari 4 *wavelength* yang tersedia disemua link pada jaringan, *wavelength* yang digunakan adalah *wavelength* 1 yang merupakan *wavelength* pertama yang tersedia di jaringan pada topologi *Mesh*.

Tabel 4 dibawah ini adalah analisa *wavelength utilization* jaringan optik WDM dengan menggunakan Algoritma *First-fit* pada topologi *Hybrid*.

Tabel 4. Analisa *Wavelength Utilization* pada Topologi *Hybrid*

Link ID	Origin Node	Destination Node	Distance	Existing Wavelengths	Used Wavelengths
1	1	2	0.39	4	1
2	2	1	0.39	4	1
3	1	2	0.39	4	0
4	2	1	0.39	4	0
5	1	3	0.44	4	1
6	3	1	0.44	4	1
7	2	4	0.33	4	1
8	4	2	0.33	4	1
9	4	3	0.43	4	1
10	3	4	0.43	4	1
11	4	3	0.43	4	0
12	3	4	0.43	4	0
13	4	5	0.54	4	1
14	5	4	0.54	4	1
15	4	6	0.63	4	1
16	6	4	0.63	4	1

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dari 4 *wavelength* yang tersedia disemua link pada jaringan, *wavelength* yang digunakan adalah

wavelength 1 yang merupakan *wavelength* pertama yang tersedia di jaringan pada topologi *Hybrid*.

Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan Algoritma *First-fit* pada topologi *Mesh* dan *Hybrid* sangat berpengaruh pada pemilihan panjang gelombang yang tersedia dan diberi nomor berurut dari 1 – 4.

Kesimpulan

- Dengan input paramater yang sama terhadap topologi *Mesh* dan *Hybrid*, *Mesh* menunjukkan kinerja yang lebih baik dengan adanya nilai tertinggi yang dicapai oleh *Mesh* yang memiliki selisih perbedaan nilai dengan *Hybrid*. Artinya bahwa dalam suatu jaringan yang memiliki *link* lebih banyak dengan panjang gelombang yang sama akan menghasilkan kinerja yang lebih baik.
- Penggunaan Algoritma *First-fit* pada topologi *Mesh* dan *Hybrid* sangat berpengaruh pada pemilihan panjang gelombang yang tersedia. Algoritma *First-fit* memilih panjang gelombang λ_1 untuk ditempatkan pada semua

link. Karena λ_1 adalah panjang gelombang pertama yang tersedia. Baik pada topologi *Mesh* maupun topologi *Hybrid*.

Saran

- Penelitian selanjutnya diterapkan pada jaringan serat banyak dengan menggunakan beberapa algoritma tidak hanya satu, dan merancang design topologi yang lebih variatif dengan berbagai jumlah *node* dan *link*.
- Untuk lebih mendapatkan hasil yang nyata, baiknya dilakukan perbandingan dengan hasil pengukuran secara langsung agar terlihat kenaikan kinerja jaringan bila di implementasikan pada kondisi nyata.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi dan Jurusan Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung atas dukungan finansialnya dan sarana pada penelitian ini.

Referensi

- [1] Andika Gilang, dkk, (2006). *Teknologi WDM pada Serat Optik*, Dept Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- [2] Anggraeni K. Sri, (2008). *Teknik WDM dan Aplikasinya Pada Jaringan Serat Optik*, Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang.
- [3] Iqbal M. Syamsul, (2007). *Analisis Kinerja Jaringan All-Optical Berbasis WDM*, Teknik Elektro, Universitas Mataram.
- [4] Kurniawan A. Firman, “ *Traffic Grooming* pada Jaringan ring Sonet Dwdm “, Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- [5] Mubarakah Naemah, (2007). *Topologi Jaringan Transport Optik*, Fakultas Tknik, Universitas Sumatra Utara.
- [6] P. Pavon-Marivio, R. Aparicio-Pardo, G. Moreno-Munoz, J. Garcia-Haro, J. Veiga-Gontan, *MatPlanWDM: An Educational tool for network planning in wavelength-routing network*,

Departement of Information
Technologies and
Communication, Polytechnic
University of Cartagena Spain

Electrical Engineering Department,
Faculty of Science and Technology
UIN Sunan Gunung Djati Bandung
nanang.is@uinsgd.ac.id

- [7] Rinwardani C. Crisita (2010),
Kinerja Algoritma *First-fit*
Wavelength Assignment pada
Jaringan All-Optical
Wavelength Division
Multiplexing Menggunakan
Optical Wavelength Division
Multiplexing Network Simulator,
Univ Atmajaya.

Titin Nurjannah
Electrical Engineering Department,
Faculty of Science and Technology
UIN Sunan Gunung Djati Bandung
titin.nurjanah90@gmail.com

Jati Fallat
Widyatama University
jati.fallat@yahoo.com

*Corresponding author

- [8] Sholihin, (2007). Analisa
Probabilitas Blocking Pada
Jaringan Multihop Berbasis
Wavelength Division
Multiplexing, School of
Electrical Engineering and
Informatics, Institut Teknologi
Bandung.

- [9] Suzanti Indah, (2010). Analisa
Skema Wavelength Assigment
Dinamis Untuk Jaringan Ring
Transport Berbasis Wavelength
Routed WDM, Electrical
Engineering Institut Teknologi
Surabaya.

Nanang Ismail*