

Simulasi dan Analisis Probabilitas *Blocking* Jaringan Sistem Komunikasi Serat Optik ITENAS berbasis WDM

RAISA MUKHTARETA¹, TUTUN JUHANA², LITA LIDYAWATI³

1,3. Jurusan Teknik Elektro – Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

2. Jurusan Teknik Elektro – Institut Teknologi Bandung

Email: raisa.ra.i.m@gmail.com

ABSTRAK

Terus terjadi peningkatan jumlah pengguna jaringan komunikasi di ITENAS. Wavelength Division Multiplexing (WDM) merupakan solusi untuk mengakomodasi pertumbuhan trafik global dengan mengurangi batasan dalam pengaturan koneksi atau menurunkan probabilitas blocking. Tujuan penelitian ini mensimulasikan dan menganalisis probabilitas blocking jaringan serat optik ITENAS yang memiliki 8 node, 26 link dan 13 kanal terhadap jumlah node, menggunakan teknologi WDM yang terintegrasi dengan sistem WDM pada Matlab R2013a. Penelitian dilakukan untuk beberapa kondisi, yaitu conversion, full conversion, limited conversion, no conversion, no conversion first-fit, dan no conversion random. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan probabilitas blocking maksimum 82% untuk jaringan dengan full conversion dan probabilitas blocking minimum 0% untuk jaringan no conversion first-fit.

Kata kunci: Matlab R2013a, WDM, probabilitas blocking, konversi, dan kanal.

ABSTRACT

The number of users at ITENAS communication network continually increase. The Wavelength Division Multiplexing (WDM) solution to accommodate global traffic growth by reducing restrictions in setting up a connection or decreasing the blocking probability. The purpose of this research was simulating and analyzing the blocking probability of ITENAS optical fiber networks which had 8 nodes, 26 links and 13 channels compared to the number of nodes, using the WDM technology integrated WDM system in Matlab R2013a. The research was conducted some conditions, conversions, full conversions, limited conversions, no conversion, no conversion first-fit, and no conversion random. The simulation results based on obtained maximum blocking probability 82% for a network with full conversion and the minimum blocking probability 0% for a network with no conversion first-fit.

Keywords: Matlab R2013a, WDM, blocking probability, conversion, and channel.

1. PENDAHULUAN

ITENAS hingga saat ini terus terjadi peningkatan jumlah *civitas* kampus dan penambahan tersebut mengakibatkan penambahan jumlah pengguna jaringan komunikasi sebagai salah satu fasilitas yang disediakan oleh kampus. Sebagai solusi, ITENAS menyediakan jaringan optik sebagai jaringan *backbone*. Untuk mengimbangi peningkatan yang pesat pada trafik telekomunikasi diperlukan dukungan dari jaringan yang mampu menampung *bandwidth* transmisi yang besar seperti jaringan WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) yang menyebabkan kegagalan pada suatu komponen dalam jaringan sehingga kinerja jaringan optik berkurang. Untuk meningkatkan kinerja jaringan *multihop*, digunakan konversi panjang gelombang guna menghasilkan probabilitas *blocking* yang rendah. Penggunaan konversi panjang gelombang yang menghubungkan pada setiap lintasan hop, mampu mengurangi batasan dalam pengaturan koneksi, yang mengakibatkan menurunnya probabilitas *blocking*.

Tujuan penelitian ini adalah memaksimalkan dan analisis simulasi jaringan optik ITENAS menggunakan probabilitas *blocking* dengan menerapkan sistem konversi dan tanpa konversi.

Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini, yaitu parameter yang ada pada sistem komunikasi serat optik berdasarkan penggunaan sistem WDM Matlab R2013a, simulasi probabilitas *blocking* membandingkan dan mempertimbangkan masalah antara dengan konversi dan tanpa konversi panjang gelombang terhadap jumlah node, tampilan berupa grafik, parameter QoS yang digunakan berupa probabilitas *blocking*, dan permasalahan proteksi tidak dibahas pada penelitian ini.

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara studi pustaka dan penelusuran internet, pembuatan program simulasi, simulasi dan analisa hasil simulasi, dan penulisan laporan.

WDM adalah proses pemancaran data yang secara serempak pada panjang gelombang yang terlayani terhubung dengan kabel serat optik. Panjang gelombang di duga cukup jauh terpisah sedemikian rupa, sehingga panjang gelombang tidak bertentangan dengan satu sama lain (Fallat, 2012).

Teknologi konversi mengizinkan sinyal untuk dikonversi dari suatu panjang gelombang masukan yang spesifik ke panjang gelombang keluaran yang ditetapkan sehingga bermanfaat dalam mengurangi probabilitas *blocking* jaringan (Sholihin, 2007). Jaringan dengan konversi panjang gelombang disebut jaringan panjang gelombang *interchanging* (WI) (Waukherjee, 1999).

Pemilihan dari panjang gelombang keluaran ditetapkan untuk panjang gelombang masukan. Jika sinyal pada panjang gelombang dapat diubah kedalam panjang gelombang yang lain, maka dikenal sebagai *full wavelength conversion*. Jika sinyal itu dapat dikonversi dari satu panjang gelombang ke satu set, hanya tidak semua, maka panjang gelombang itu dikenal sebagai *limited wavelength conversion*.

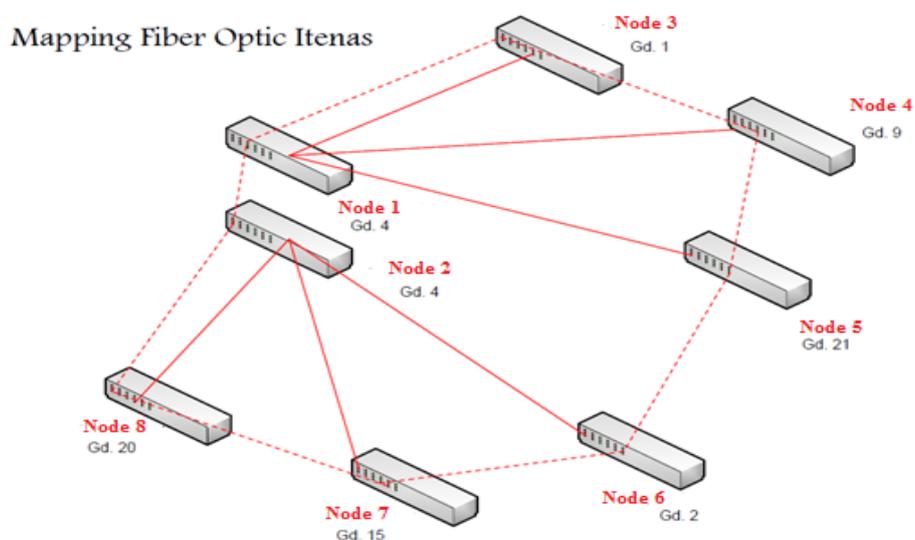
Algoritma *first-fit* mengurutkan semua panjang gelombang, sehingga ketika ada panjang gelombang yang tersedia, maka dilakukan penomoran dari nomor yang paling kecil untuk panjang gelombang pertama yang tersedia. Panjang gelombang pertama yang tersedia kemudian dipilih (P.H.G.Bezerra, 2010). Algoritma ini bekerja dengan baik dalam hal probabilitas *blocking* dan ketersediaan alokasi, pada prakteknya lebih disukai dengan *overhead* kecil dan rendahnya perhitungan yang rumit (G.Ramesh, 2010).

Dalam algoritma *random* panjang gelombang yang dipilih secara acak dari panjang gelombang yang tersedia. Algoritma *random* menghasilkan urutan secara acak dan panjang gelombang ditugaskan ke nomor acak yang dihasilkan (Modiano, 1999).

Pada penelitian ini dilakukan simulasi dan analisa dari jaringan sistem komunikasi serat optik ITENAS yang menggunakan teknologi WDM yang terintegrasi dengan WDM *Network Toolbox* pada Matlab R2013a menggunakan metoda dengan dan tanpa konversi. Terdapat dua skenario, dimana skenario pertama bertujuan untuk mengetahui hubungan antara probabilitas *blocking* jaringan tanpa konversi dan dengan dua tipe konversi, yaitu *full conversion*, dan *limited conversion*, *versus* jumlah node. Sedangkan untuk skenario kedua bertujuan untuk mengetahui hubungan antara probabilitas *blocking* jaringan dengan konversi dan dua tipe tanpa konversi, yaitu algoritma *first-fit*, dan *random*, *versus* jumlah node.

2. METODOLOGI SIMULASI

Pada penelitian, disimulasikan adanya *blocking* sistem pada serat optik menggunakan Matlab berdasarkan jaringan serat optik di ITENAS. Adapun jaringan serat optik di ITENAS dapat dilihat pada Gambar 1.

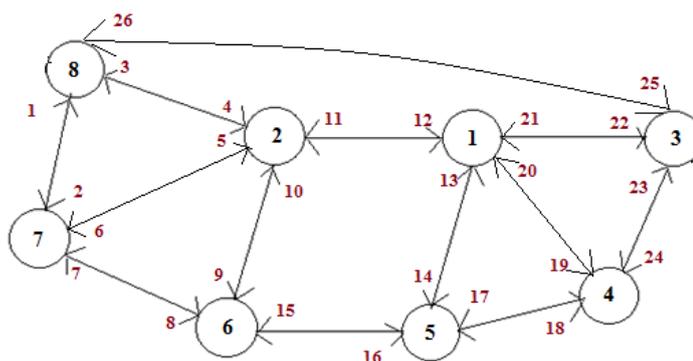


Gambar 1. Jaringan serat optik di ITENAS

Pada penelitian ini, digunakan WDM *Network Toolbox* yang digunakan untuk mensimulasikan jaringan optik WDM. Dengan simulator ini dapat dilakukan pemodelan jaringan, algoritma dan perilaku trafik. Untuk menjalankan simulasi ini digunakan *software* Matlab R2013a.

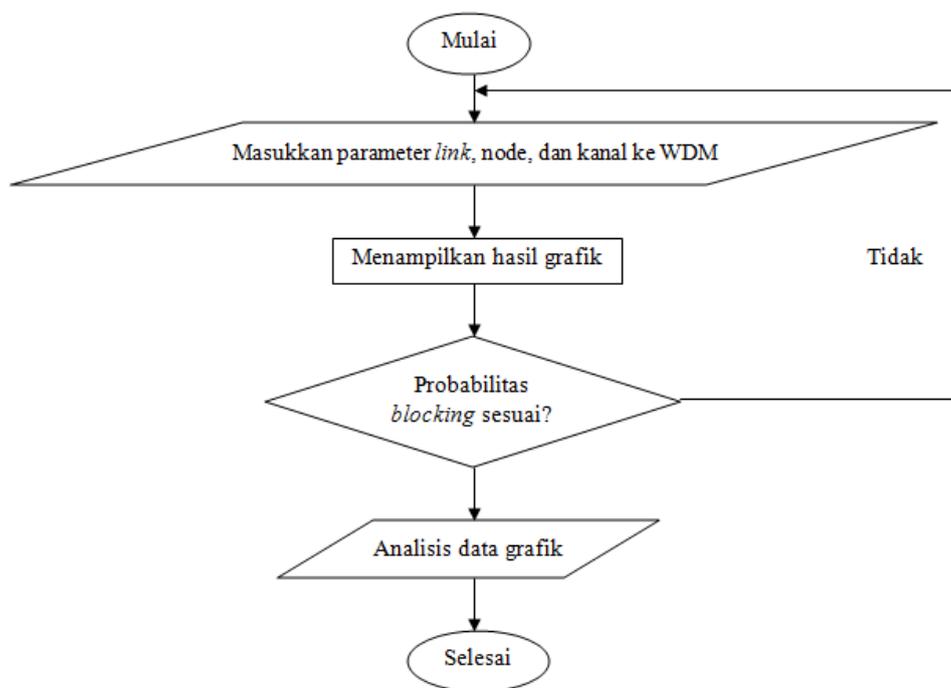
Tahap simulasi menggunakan sistem WDM pada Matlab R2013a ini adalah dengan pengaturan trafik yang sesuai dengan topologi, pengaturan simulasi di *network* sistem WDM pada Matlab R2013a, pengaturan skenario simulasi, dan pengaturan parameter-parameter yang akan di analisa.

Topologi fisik yang digunakan pada penelitian adalah topologi mesh dengan 8 node dan 26 *link*. Topologi yang digunakan sesuai dengan *setting* parameter rancangan PUSKOM dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Topologi Jaringan ITENAS dengan 8 node dan 26 link

Logika dari sistem kerja dalam menganalisa probabilitas *blocking* dapat ditampilkan dengan *flowchart* seperti Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Flowchart sistem analisis probabilitas blocking

Gambar 3 menggambarkan proses analisis probabilitas *blocking*. Tahap pertama adalah merancang sistem WDM dengan menggunakan Matlab R2013a. Kemudian, dilakukan pengaturan parameter-parameter yang akan dianalisa berdasarkan topologi jaringan yaitu node, *link* dan kanal. Data berupa grafik yang didapatkan dari hasil simulasi ini di analisa dan diambil kesimpulannya. Jika grafik yang di dapat tidak sesuai dengan yang diinginkan, lakukan pengulangan dengan merubah parameter yang merupakan *input*-an.

Simulasi dibangun untuk memperlihatkan perbandingan jaringan dan selanjutnya penggunaan dapat mengambil data yang diperlukan untuk kepentingan analisis. Akan diperlihatkan grafik perbandingan probabilitas *blocking* pada setiap penggunaan dengan 2 tipe konversi, yaitu *full wavelength* dan *limited wavelength*, dan tanpa konversi versus kanal.

Selain itu, juga perbandingan probabilitas *blocking* pada setiap penggunaan dengan konversi dan 2 tipe tanpa konversi, yaitu algoritma *first-fit*, dan algoritma *random* versus kanal. Variasi kanal dalam perbandingan hasil dengan jumlah 1 sampai 13 kanal untuk setiap node di jaringan serat optik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

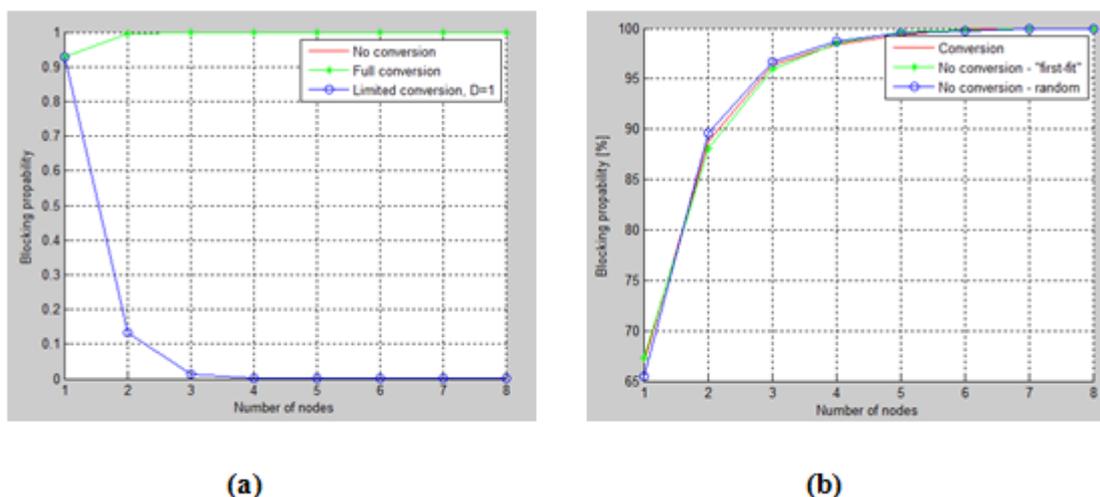
Penelitian akan probabilitas *blocking* terdapat dua skenario yang akan dilakukan, sistem pengambilan data adalah sebagai berikut:

Pada skenario 1, dilakukan analisa pengaruh konversi *full wavelength*, konversi *limited wavelength* dan tanpa konversi terhadap probabilitas *blocking*. Jaringan ini merupakan jaringan dengan topologi yang terdiri dari 8 node dan 26 *link* dengan jumlah kanal yang bervariasi, yaitu 1 sampai 13 kanal.

Pada skenario 2, dilakukan analisa pengaruh tanpa konversi dengan algoritma *first-fit* dan *random*, dan dengan konversi terhadap probabilitas *blocking*. Jaringan ini merupakan jaringan dengan topologi yang terdiri dari 9 node dan 28 *link* dengan jumlah kanal yang bervariasi, yaitu 1 sampai 13 kanal.

Hasil dari simulasi berdasarkan skenario 2 berupa grafik perbandingan probabilitas *blocking* terhadap jumlah node, yaitu 1 kanal tiap *link* terhadap 2 kanal tiap *link* didapatkan perbedaan antara jaringan dengan konversi dengan jaringan tanpa konversi.

Variasi kanal dalam perbandingan hasil dengan jumlah 1 kanal untuk setiap node di jaringan serat optik dapat dilihat pada Gambar 4.

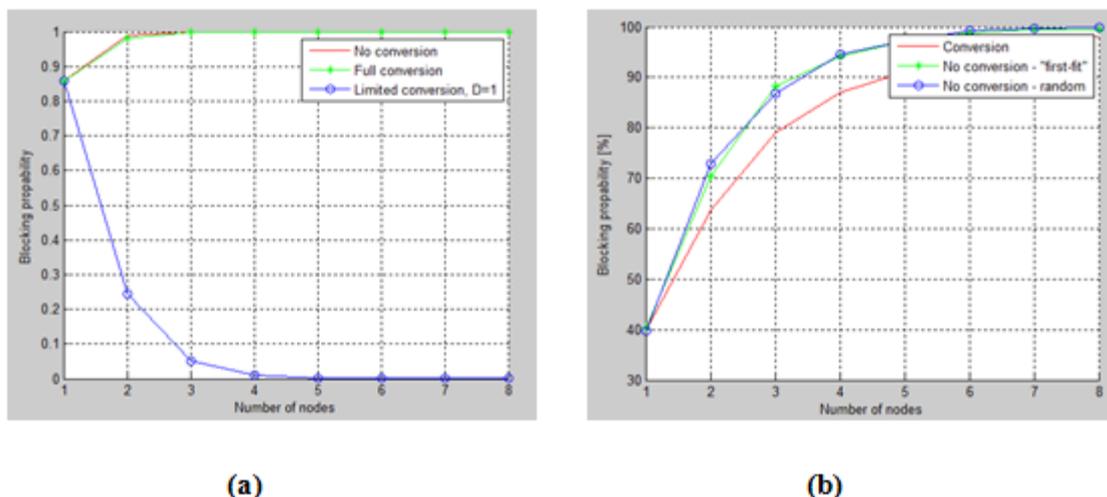


Gambar 4. Probabilitas *Blocking* 1 kanal per *link*

Dari hasil simulasi skenario 1, dapat dilihat dari grafik Gambar 4 (a) bahwa dengan 1 kanal, tidak ada probabilitas *blocking* tanpa konversi. Probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *full conversion* dengan 1 node sampai 4 node menurun dari 93% ke 0% dan stabil di 0% sampai 8 node. Sedangkan probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *limited conversion* dengan 1 node meningkat dari 93% ke 100% dan stabil di 100% dari 2 node sampai 8 node.

Dari hasil simulasi skenario 2, dapat dilihat dari grafik Gambar 4 (b) bahwa dengan 1 kanal, perbedaan probabilitas *blocking* untuk semua kondisi yaitu dengan konversi, tanpa konversi *first-fit* dan tanpa konversi *random* dengan 1 hingga 8 node hampir sama. Di 1 node probabilitas *blocking* jaringan dengan konversi dan tanpa konversi *first-fit* 67%, probabilitas *blocking* 1% lebih besar dibandingkan jaringan yang menggunakan tanpa konversi *random*. Dan di 6 sampai 8 node probabilitas *blocking* 100%.

Variasi kanal dalam perbandingan hasil dengan jumlah 2 kanal untuk setiap node di jaringan serat optik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Probabilitas *Blocking* 2 kanal per *link*

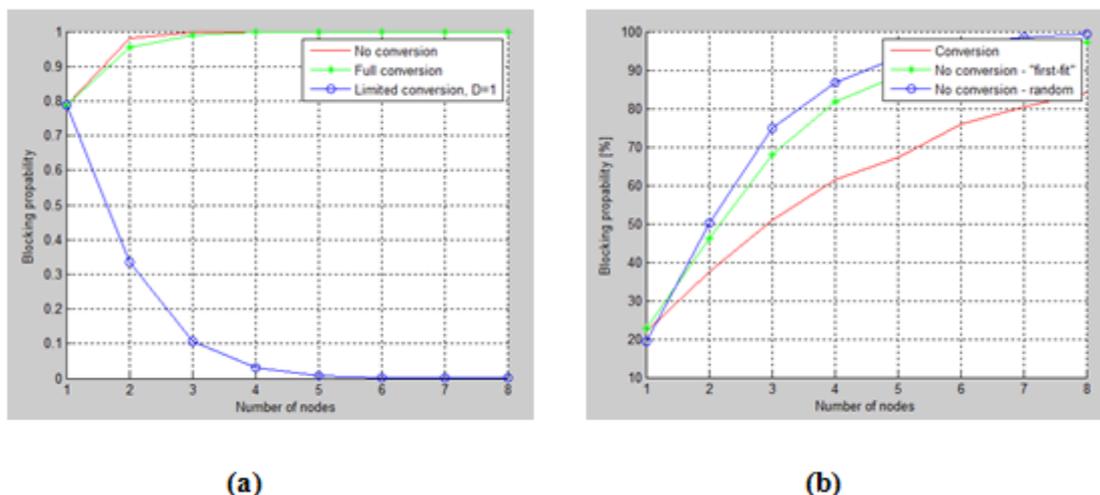
Dari hasil simulasi skenario 1, dapat dilihat dari grafik Gambar 5 (a) bahwa dengan 2 kanal, probabilitas *blocking* 86% untuk semua kondisi yaitu tanpa konversi, *full conversion* dan *limited conversion* dengan 1 node. Probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *limited conversion* menurun dari 86 % ke 0% untuk 1 node sampai 5 node dan stabil di 0% sampai 8 node. Sementara probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *full conversion* dan tanpa konversi mengalami peningkatan dari 80% ke 10% dengan 1 node sampai 2 node dan stabil hingga 8 node di 100%.

Dari hasil simulasi skenario 2, dapat dilihat dari grafik Gambar 5 (b) bahwa dengan 2 kanal, perbedaan probabilitas *blocking* untuk 1 node kondisi jaringan yang menggunakan konversi, tanpa konversi *first-fit*, dan tanpa konversi *random* 40%. Tapi untuk 2 hingga 8 node, probabilitas *blocking* jaringan tanpa konversi *first-fit* dan *random* meningkat dengan besar probabilitas *blocking* sama besar, dan untuk 7 node dan untuk 8 node probabilitas *blocking* mencapai 100%. Dengan konversi probabilitas *blocking* juga mengalami peningkatan tapi peningkatannya lebih kecil dan untuk 8 node probabilitas *blocking* 98%.

Dari Gambar 4 (b) dan Gambar 5 (b) dapat dilihat bahwa jaringan dengan konversi memiliki probabilitas *blocking* lebih kecil dari pada tanpa konversi.

Saat 3 kanal per *link* mulai terlihat perdaan pada kedua skenario ini, untuk jaringan dengan konversi, *full conversion* dan *limited conversion* dan tanpa konversi, *no conversion first-fit* dan *no conversion random*.

Variasi kanal dalam perbandingan hasil dengan jumlah 3 kanal untuk setiap node di jaringan serat optik dapat dilihat pada Gambar 6.

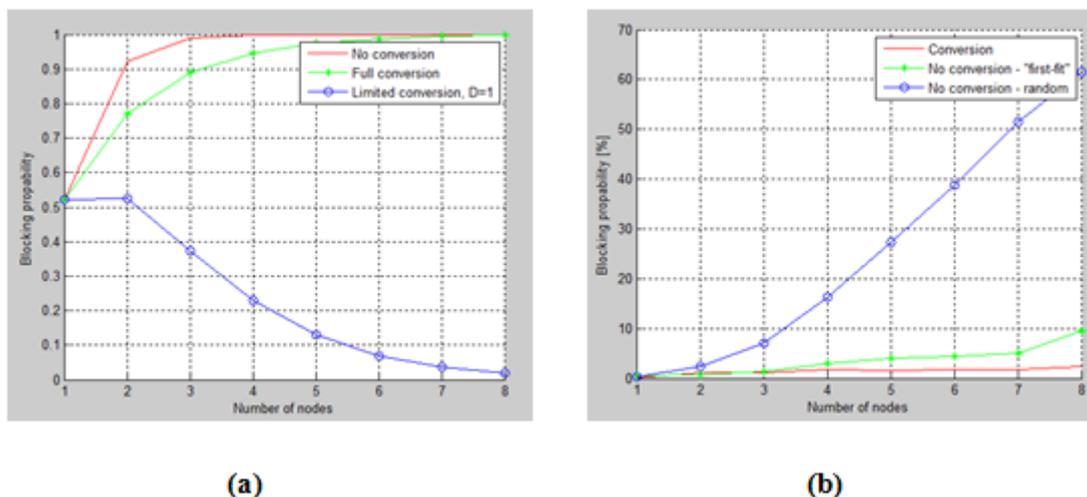


Gambar 6. Probabilitas Blocking 3 kanal per link

Dari hasil simulasi skenario 1, dapat dilihat dari grafik Gambar 6 (a) bahwa dengan 3 kanal, probabilitas *blocking* 80% untuk semua kondisi yaitu tanpa konversi, *full conversion* dan *limited conversion* dengan 1 node. Probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *limited conversion* menurun dari 80% ke 0% untuk 1 node sampai 5 node dan stabil di 0% sampai 8 node. Sementara probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *full conversion* dan tanpa konversi mengalami peningkatan dari 80% ke 100% dengan 1 node sampai 3 node dan stabil hingga 8 node di 100%.

Dari hasil simulasi skenario 2, dapat dilihat dari grafik Gambar 6 (b) bahwa dengan 3 kanal, perbedaan probabilitas *blocking* untuk 1 node kondisi jaringan yang menggunakan konversi dan tanpa konversi *first-fit* sama, sedangkan dan tanpa konversi *random* lebih kecil 3%. Tapi untuk 2 hingga 8 node, probabilitas *blocking* jaringan tanpa konversi *first-fit* dan *random* meningkat dengan besar probabilitas *blocking* hampir sama besar, dan untuk 8 node probabilitas *blocking* jaringan tanpa konversi *random* 100% dan tanpa konversi *first-fit* 98%. Dengan konversi probabilitas *blocking* juga mengalami peningkatan tapi peningkatannya lebih kecil dan untuk 8 node, probabilitas *blocking* 84%.

Variasi kanal dalam perbandingan hasil dengan jumlah 7 kanal untuk setiap node di jaringan serat optik dapat dilihat pada Gambar 7.



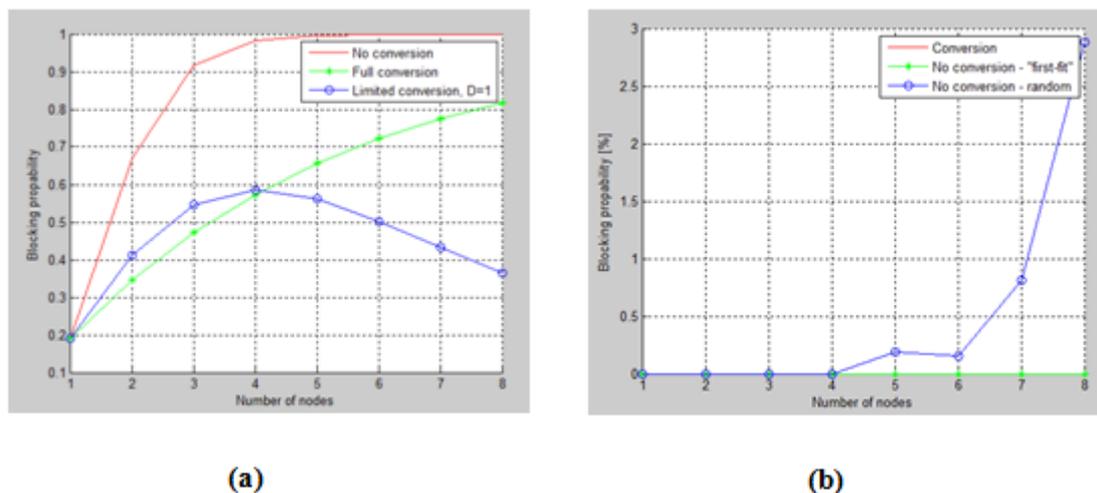
Gambar 7. Probabilitas *Blocking* 7 kanal per *link*

Dari hasil simulasi skenario 1, dapat dilihat dari grafik Gambar 7 (a) bahwa dengan 7 kanal, probabilitas *blocking* 52% untuk semua kondisi yaitu tanpa konversi, *full conversion* dan *limited conversion* dengan 1 node. Probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *limited conversion* awalnya ada peningkatan saat 2 node yang sangat kecil yaitu 2% dan mengalami penurunan untuk 3 node hingga 8 node dengan probabilitas *blocking* 2%. Dengan *full conversion* probabilitas *blocking* meningkat dari 52% ke 100% untuk 1 node sampai 7 node dan stabil hingga 8 node di 100%, dan dengan tanpa konversi probabilitas *blocking* meningkat dari 52% ke 100% untuk 1 node sampai 4 node dan stabil hingga 8 node di 100%.

Dari hasil simulasi skenario 2, dapat dilihat dari grafik Gambar 7 (b) bahwa dengan 7 kanal, perbedaan probabilitas *blocking* untuk 1 node kondisi jaringan yang menggunakan konversi, tanpa konversi *random*, dan tanpa konversi *first-fit* sama besar yaitu 0%. Tapi untuk 2 hingga 8 node, probabilitas *blocking* jaringan tanpa konversi *random* meningkat dengan besar probabilitas *blocking* paling besar dan di node 8 probabilitas *blocking* mencapai 62%, sementara probabilitas *blocking* jaringan tanpa konversi *first-fit* jauh lebih kecil dan untuk 8 node probabilitas *blocking* 10%, dan jaringan dengan konversi probabilitas *blocking* paling kecil dan untuk 8 node probabilitas *blocking* 3%.

Saat 7 kanal per *link*, pada skenario 1 didapatkan bahwa di 2 node untuk jaringan dengan *limited konversion* probabilitas *blocking* mengalami kenaikan dan turun di 3 node. Sedangkan untuk skenario 2, jaringan dengan konversi dan *no conversion first-fit* probabilitas *blocking* mendekati 0%.

jhVariasi kanal dalam perbandingan hasil dengan jumlah 13 kanal untuk setiap node di jaringan serat optik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Probabilitas *Blocking* 13 kanal per *link*

Dari hasil simulasi skenario 1, dapat dilihat dari grafik Gambar 8 (a) bahwa dengan 13 kanal, probabilitas *blocking* 20% untuk semua kondisi yaitu tanpa konversi, *full conversion* dan *limited conversion* dengan 1 node. Probabilitas *blocking* jaringan yang menggunakan *limited conversion* awalnya ada peningkatan untuk 2 node sampai 4 node seperti *full conversion* dan tanpa konversi, tapi menurun untuk 5 node hingga 8 node dengan probabilitas *blocking* 37%. Dengan *full conversion* probabilitas *blocking* meningkat dari 20% ke 82% untuk 1 node sampai 8 node, dan dengan tanpa konversi probabilitas *blocking* meningkat dari 20% ke 100% untuk 1 node sampai 5 node dan stabil hingga 8 node di 100%.

Dari hasil simulasi skenario 2, dapat dilihat dari grafik Gambar 8 (b) bahwa dengan 13 kanal, perbedaan probabilitas *blocking* untuk 1 node kondisi jaringan yang menggunakan konversi, tanpa konversi *random*, dan tanpa konversi *first-fit* sama besar yaitu 0%. Tapi untuk 2 hingga 8 node, hanya jaringan tanpa konversi *random* mengalami peningkatan probabilitas *blocking* dengan besar probabilitas *blocking* paling besar untuk 8 node mencapai 2.9%, sementara probabilitas *blocking* jaringan tanpa konversi *first-fit* sama dengan jaringan yang menggunakan konversi dengan probabilitas *blocking* 0% untuk 1 sampai 8 node.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisa ini yaitu sebagai berikut:

1. Dari skenario 1 dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan untuk 1 sampai 13 kanal dan 1 sampai 8 node, jaringan dengan *limited conversion* probabilitas *blocking* 80% lebih kecil dari pada jaringan tanpa konversi dan 55% lebih kecil dari jaringan dengan *full conversion*.
2. Dari skenario 2 dapat disimpulkan bahwa:
 - a. Untuk 1 kanal terhadap penambahan jumlah node yaitu 1 sampai 8 node, semakin banyak jumlah node maka bertambah besar pula probabilitas *blocking* dengan peningkatan sama besar untuk semua kondisi, baik jaringan dengan konversi atau tanpa konversi *random* dan *first-fit*.
 - b. Jaringan dengan konversi untuk 13 kanal terhadap 1 sampai 8 node bebas dari *blocking*. Sedangkan jaringan dengan tanpa konversi *first-fit*, probabilitas

*blocking*0%. Dan untuk jaringan tanpa konversi *random*, probabilitas *blocking* naik dengan probabilitas *blocking* terbesar di 8 node dan 80% lebih besar dari tanpa konversi *first-fit*.

Secara keseluruhan, untuk 1 sampai 13 kanal dengan 1 sampai 8 node. Probabilitas *blocking* jaringan dengan konversi 70% lebih kecil dari jaringan tanpa konversi *random* dan 25% lebih kecil dari jaringan tanpa konversi *first-fit*. Sedangkan jaringan tanpa konversi *first-fit* probabilitas *blocking* 50% lebih kecil dari tanpa konversi *random*.

3. Dari perbandingan kedua skenario tersebut, untuk 1 sampai 7 kanal jaringan dengan *limited conversion* probabilitas *blocking* 50% lebih kecil dari pada dengan tanpa konversi *first-fit*. Dan untuk 8 sampai 13 kanal jaringan dengan *limited conversion* probabilitas *blocking* 50% lebih besar dari pada dengan tanpa konversi *first-fit*.

4.2 Saran

Di serat optik ITENAS ada 8 node dengan 26 *link* dengan 13 kanal maksimal. Untuk memenuhi keseluruhan tersebut dengan memperhitungkan probabilitas *blocking*, maka sebaiknya jaringan ITENAS di lengkapi WDM dengan tanpa konversi *first-fit*.

DAFTAR RUJUKAN

- G.Ramesh, S.Sundaravadivelu.(2010), *Reliable Routing and Wavelength Assignment Algorithm for Optical WDM Networks*, European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.48 No.1, pp 85-96.
- Fallat, Jati.(2012), *Analisis Penggunaan Algoritma Routing Panjang gelombang Assignment Kinerja Jaringan Optik dan Penggunaan Panjang gelombang Converter Terhadap Blocking Probability*, ITB.
- Modiano, Eytan.(1999), *Random Algorithms for Scheduling Multicast Traffic in WDM Broadcast-and-Select Networks*, IEEE/ACM TRANSACTION ON NETWORKING, Vol.7, No.3.
- P.H.G.Bezerra, A.J.F.Cardoso, C.R.L.Frances.(2010), *Performance Evaluation of Algorithms for Wavelength Assisgnment in Optical WDM Networks*, IJCSNS Internasional Journal of Computer Science and Network Security, VOL.10 No.1.
- Sholihin.(2007), *Analisis Probabilitas Blocking pada Jaringan Multihop berbasis WDM*, ITB.
- Waukherjee, B.(1999), *WDM optical communication networks*, IEEE journal on selected areas in communicaton, Vol. 18, No.10, pp.1810-1824.