

MENGANALISIS KINERJA PROBABILITAS BLOCKING BERBASIS WDM DENGAN METODE ALGORITMA *FIRST-FIT* DAN METODE *RANDOM*

Viona Monica¹, Suroso², Sholihin³

^{1,2,3}Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Bukit Lama, Ilir Barat 1 Palembang
e-mail: vionamonical@gmail.com¹

Abstrak – Jaringan Wavelength Division Multiflexing akan banyak diperlukan dimasa mendatang, dimana dibutuhkan bandwidth yang besar untuk meningkatkan kapasitas transmisi untuk jaringan link optik. Pada paper ini disimulasikan dan dianalisa kinerja pada jaringan optik WDM, dengan perbandingan jaringan path digunakan dengan konversi panjang gelombang dan tanpa konversi panjang gelombang dengan menggunakan algoritma first-fit dan algoritma random. Ada dua macam eksperimen. Eksperimen I dispesifikasikan variasi panjang gelombang, yaitu 10, 12 dan 16; jumlah host maksimum adalah 20; respon algoritma dikalkulasikan dengan beban (Erlang) per-link dengan konstanta 7 Erlang. Eksperimen II panjang gelombang dijaga konstan, yaitu 25; jumlah maksimum hop 20, dengan respon algoritma dikalkulasikan dengan beban (Erlang) per-link divariasikan, dengan 12 Erlang, 15 Erlang, dan 20 Erlang. Probabilitas blocking juga di kalkulasikan untuk jaringan dengan konversi panjang gelombang dan tanpa konversi panjang gelombang. Hasil analisa dan simulasi dijumlahkan pada panjang gelombang per-link, jika kondisi tanpa konversi panjang gelombang dengan teori adalah tanpa efektif sepanjang peningkatan jumlah hop, meskipun yang digunakan algoritma first-fit dan algoritma random. Hubungan konversi panjang gelombang akan efektif meningkatkan kinerja jaringan, dan akan direncanakan pada suatu jaringan yang lebih luas.

Kata kunci – *Network Analysis, Optical Network Technology, WDM*

I. PENDAHULUAN

Permintaan layanan telekomunikasi yang semakin meningkat dan kondisi jaringan yang tidak mengalami perubahan menyebabkan penurunan mutu layanan. Hal ini tentu merugikan bagi pelanggan karena tingkat layanan yang semakin rendah. Untuk mengatasi hal tersebut maka pihak penyedia telekomunikasi harus menambah kapasitas dari jaringan. Untuk meningkatkan kapasitas tersebut dapat digunakan kabel serat optik yang mempunyai lebar pita yang lebih besar. Jaringan optik didasarkan pada *wavelength division multiflexing (WDM)* dan routing panjang gelombang tampak seperti suatu peluang kandidat untuk masa depan *wide area network*[1]. Jaringan seperti ini terdiri dari serat yang dihubungkan secara dinamis dapat mengontrol tingkat *cross-connects* (contohnya, pemilihan *switch* panjang gelombang) yang mana menyediakan *optical transport* diantara pasangan jaringan akses stasiun. Jadi, koneksi pada

optik adalah semata-mata untuk *circuit-switched*, dan konektifitas yang terbatas antara akses stasiun diperlihatkan pada tingkatan optik dapat diatasi dengan bantuan suatu paket lapisan *multihop*, disana mengijinkan konektifitas antara *user-to-user* tak terbatas, bila dilihat pada tingkatan *virtual circuit*.

Selanjutnya, untuk routing panjang gelombang. Konversi panjang gelombang dipandang sebagai suatu kemampuan penting untuk memungkinkan skalabilitas dan meningkatkan kinerja jaringan optik dan merupakan jaringan *multihop* dimasa depan. Dalam jaringan tanpa konversi panjang gelombang, dua *user* dihubungkan dengan panjang gelombang yang sama pada setiap *path link*. Konversi panjang gelombang lebih fleksibel dalam menentukan koneksi dengan memberikan suatu koneksi pada panjang gelombang yang berbeda sepanjang *path* tersebut. Jika konversi panjang gelombang yang digunakan, adalah cukup untuk memenuhi sedikitnya satu panjang gelombang yang tersedia pada masing – masing *path link* diantara pasangan stasiun. Konversi panjang gelombang jelas mengurangi batasan dalam pengaturan koneksi, dimana mengakibatkan menurunnya koneksi probabilitas bloking. Konversi panjang gelombang bisa dilakukan secara elektronik dengan mengubah sinyal dari optik ke elektronik dan di retransmisi dengan panjang gelombang lain.

Masukkan dari penulisan makalah ini adalah untuk menyediakan beberapa pengertian yang mendalam pada tujuan konversi panjang gelombang didasarkan pada kinerja jaringan optik. Selanjutnya mempelajari bagaimana kinerja (istilah probabilitas bloking dan jaringan beban) tergantung pada jumlah panjang gelombang per-*optical fiber*. Kemudian paper ini juga mempertimbangkan dengan mengikuti dua strategi wavelength assignment :

a.) *Random*: panjang gelombang digunakan untuk koneksi pemilihan random diantara panjang gelombang yang tersedia.

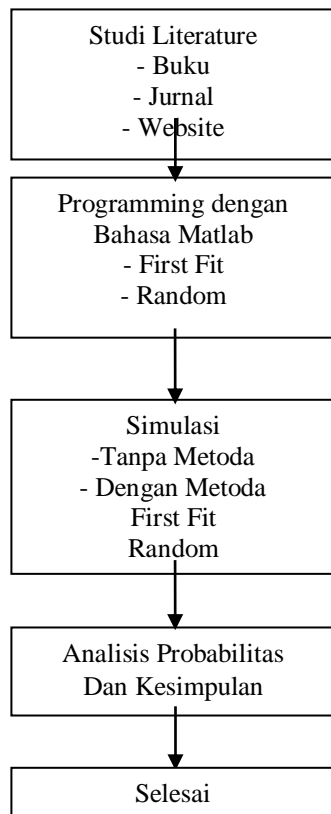
b.) *First-fit*: bila w_0, w_1, \dots, w_w adalah panjang gelombang dalam jaringan. Pemilihan panjang gelombang untuk koneksi memiliki indeks terkecil diantara panjang gelombang yang tersedia sepanjang *path*.

Jadi harus menuju pada strategi tugas dari panjang gelombang itu relevan untuk jaringan konversi panjang gelombang. Bila konversi panjang gelombang diizinkan, kedua strategi memiliki kinerja yang sama.

II. METODE PENELITIAN

A. Kerangka Penelitian

Pada kerangka penelitian rencana strategi yang dapat dijadikan landasan sebagai kerangka berpikir meliputi elemen – elemen untuk penggunaan algoritma First-fit dan algoritma random dengan memperhitungkan konversi panjang gelombang dan tanpa konversi panjang gelombang. Berdasarkan hal tersebut dapat dibuat kerangka sebagai berikut :



B. Perancangan Perangkat

Perancangan yang digunakan untuk menganalisis probabilitas blocking adalah :

Hardware : Laptop dengan ram 2 gb
Software : Matlab

Sebagai parameter yang digunakan pada analisa penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pemodelan blocking untuk 2 metode menggunakan asumsi metode *First Fit* dan metode *Random*
- 2) Kedatangan Poisson
- 3) Tidak ada antrian pada koneksi *request*
- 4) Beban link adalah independent
- 5) *Unidirectional ring, mesh bidirectional link*
- 6) Node 15 sampai dengan 80 untuk trafik *point to point*

C. Persiapan Data

Dalam proses persiapan data yang akan diperlukan agar hasil analisis yang didapatkan secara benar, cepat dan tepat.

Adapun peralatan yang digunakan dalam membantu proses persiapan data pada penelitian ini antara lain :

- 1) Perangkat Lunak
- 2) Simulasi Program

D. Tes Kinerja Sistem

Dalam melakukan proses tes kinerja sistem, peneliti akan menggunakan bahasa pemrograman Matlab, dimana perangkat lunak tersebut akan memproses perumusan dari penggunaan *Algoritma First Fit* dan *Algoritma Random*, untuk selanjutnya menganalisa perbandingan probabilitas antara dengan konversi panjang gelombang dan tanpa konversi panjang gelombang.

III. ANALISA DATA

Pada bagian permasalahan ini algoritma *first-fit* dan algoritma *random wavelength assignment* akan dibahas. Dengan mengembangkan pendekatan model analisis untuk probabilitas blocking saluran yang bersih pada jaringan dengan topologi sembarang, kedua-duanya dengan konversi panjang gelombang dan tanpa konversi panjang gelombang. Metoda analisis ini nantinya akan mengkalkulasi probabilitas blocking, dengan mengikuti asumsi.

Dengan asumsi bahwa :

- 1) Masing-masing koneksi *circuit* menggunakan keseluruhan saluran panjang gelombang
- 2) Masing-masing *link* mempunyai jumlah panjang gelombang yang sama
- 3) Masing-masing stasiun mempunyai susunan *transmitters* W dan *receivers* W, dimana W adalah jumlah panjang gelombang yang dilayani oleh *fiber* (contoh ; satu pemancar dan satu penerima per panjang gelombang), asumsi ini bersesuaian untuk arsitektur jaringan optik yang diusulkan pada.[4]
- 4) Trafik *point-to-point*
- 5) Kedatangan poisson, layanan waktu ekponensial. Kedatangan koneksi mempunyai distribusi poisson. Rata-rata durasi pada koneksi adalah distribusi ekponensial
- 6) Tidak ada antrian pada koneksi *request*, jika koneksi diblok maka koneksi dengan seketika dibuang
- 7) Beban *link* adalah *independent*. Dalam pemodelan ini kita menggunakan asumsi umum bahwa statistik pada beban *link* adalah satu sama lain *independent*. Kita mengasumsikan bahwa kedudukan panjang gelombang pada *link* adalah *independent*. Ini benar-benar penuh perkiraan dan ketelitian dari suatu model berdasar pada asumsi ini tergantung pada pola trafik dan topologi jaringan. Diharapkan bahwa model akan lebih akurat jika *links* adalah *incident* bagi *switch* dan/atau jika rata-rata jumlah hops per koneksi lebih kecil.
- 8) Outing statik, diasumsikan bahwa koneksi antara pasangan stasiun selalu digunakan *path* sama. Kita mengutamakan suatu perbandingan yang relatif pada rancangan dengan konversi panjang gelombang dan tanpa konversi panjang gelombang.
- 9) Tugas panjang gelombang *random*, pada model analisis ini diasumsikan bahwa strategi tugas panjang gelombang *random* bila tidak ada konversi panjang

gelombang. Ini adalah suatu asumsi konservatif yang mana adalah ditetapkan oleh hasil simulasi yang ditunjukkan kemudian. Lebih dari itu, strategi *first-fit* adalah banyak lebih menjurus pada studi secara analitis.

A. Analisa pada Multihop Path

Pertama pertimbangkan probabilitas bloking pada kasus dimana untuk tanpa konversi panjang gelombang berlangsung. Pada kasus, *request* untuk suatu koneksi antara dua *users* akan diblok jika tidak ada panjang gelombang yang tersedia tiap-tiap *link path* antara *user* tersebut.

Bila W adalah banyaknya pajang gelombang per *fiber*, T rata-rata durasi suatu koneksi, dan λ_i *arrival rate* pada *link* i -ke dari *path*. L_i , rata-rata beban yang ditawarkan pada *link* i -ke dari *path* kemudian $L_i = \lambda_i \cdot T$. Bila $P_k^{(i)}$ merupakan probabilitas panjang gelombang k digunakan pada *link* k -i dari *path*. Asumsi kedatangan *Poisson* pada *link* dan *holding times* bersifat eksponen, jadi $P_k^{(i)}$ adalah :

$$P_k = \frac{(\lambda_i \cdot T)^k}{k!} P_0^{(i)} = \frac{\frac{L_i^k}{k!}}{\sum_{i=0}^W \frac{L_i^k}{L}} \quad (1)$$

Persamaan 1 didasarkan pada koneksi yang memerlukan satu *hop* (contoh, hanya satu *link* optik), probabilitas bloking adalah sama dengan $p_w^{(1)}$, probabilitas bahwa semua pajang gelombang W adalah sibuk pada *link* yang menghubungkan sumber dan tujuan[3]. Berikutnya menghitung probabilitas bloking untuk koneksi yang memerlukan lebih dari satu-*hop*. Pertama menentukan $q_k^{(n)}$, probabilitas yang ada k "sibuk" panjang gelombang diatas yang pertama n *link (hop)* dari *path*. Untuk koneksi satu-*hop* kita mempunyai $q_k^{(1)} = p_k^{(1)}$, $k \in 1, \dots, W$. Kedua mempertimbangkan kasus dimana banyaknya *hop* sama dengan 2. Bila a menjadi *link* pertama dari *path* dan b *link* yang kedua dari *path*. Bila n_a dan n_b menjadi banyaknya panjang gelombang bebas pada *link* a dan b , berturut-turut. Probabilitas bahwa ada k panjang gelombang yang tersedia untuk suatu koneksi adalah sama dengan probabilitas bahwa ada k panjang gelombang bebas pada kedua *link*. Begitu, kondisi probabilitas bahwa ada k panjang gelombang tersedia untuk koneksi, diberikan panjang gelombang n_a dan n_b adalah bebas pada *link* a dan *link* b (asumsi distribusi dari panjang gelombang yang ditugaskan pada *link* a dan *link* b adalah saling ketergantungan, adalah :

$$R(k/n_a, n_b) = \frac{\binom{n_a}{k} \binom{w-n_a}{n_b-k}}{\binom{w}{n_b}} \quad (2)$$

Persamaan 2, didasarkan pada (A.Birman, 1999, hal 35), jika $\max(0, n_a + n_b - W) \leq k \leq \min(n_a, n_b)$ dan sama dengan 0

yang lain. Catatan bahwa jumlah panjang gelombang adalah bebas pada kedua *link* tidak bisa jadi lebih kecil dari $W - [(W - n_a) + (W - n_b)] = n_a + n_b - W$.

Penggunaan probabilitas bersyarat, sekarang bisa menentukan distribusi pada "sibuk" panjang gelombang diatas 2-*hop path* :

$$q_k^{(2)} = \sum_{i=0}^w \sum_{j=0}^w R(W - kW - i, W - j) p_i^{(1)} - p_j^{(2)} \quad (3)$$

Probabilitas bloking untuk koneksi 2-*hop* adalah :

$$P^{(2)} = q_w^{(2)} \quad (4)$$

Persamaan diatas bisa diperluas dengan analisa sebelumnya untuk menentukan probabilitas bloking untuk suatu koneksi n -*hop*, dimana $n \geq 1$. Pada dasarnya, kita menggunakan suatu rumusan rekursif yang memberi distribusi panjang gelombang "sibuk" diatas n -*hop path* memberi distribusi pada panjang gelombang sibuk pada yang pertama $(n - 1)$ *hop path* dan distribusi panjang gelombang sibuk dari n -*hop*. Untuk $n > 1$ mempunyai :

$$q_k^{(n)} = \sum_{i=0}^w \sum_{j=0}^w R(W - kW - i, W - j) p_i^{(n-1)} - p_j^{(n)} \quad (5)$$

$$P^{(n)} = q_w^{(n)} \quad (6)$$

Persamaan 5 dan persamaan 6 didasarkan pada[1], jika konversi panjang gelombang diijinkan, pembatasan suatu koneksi harus menggunakan panjang gelombang yang sama pada semua *link path* yang dipindahkan. Panggilan diblok jika tidak ada satupun panjang gelombang yang tersedia pada masing-masing *link path*. Probabilitas bloking untuk suatu koneksi n -*hop* adalah sebagai berikut :

$$p^{(n)} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_w^{(i)}) \quad (7)$$

Persamaan 7 didasarkan pada[3], jika rata-rata beban pada semua *links* menjadi sama, $p_w^{(i)} = p_w$ dan probabilitas bloking dapat dinyatakan seperti berikut :

$$P^{(n)} = 1 - (1 - p_w)^n \quad (8)$$

B. Analisa pada Jaringan

Sejauh ini, penulis sudah membandingkan probabilitas bloking dengan konversi panjang gelombang dan tanpa konversi panjang gelombang pada *path* yang ditentukan ketika beban *link* diberikan. Bagaimanapun, dalam praktek beban *link* ini biasanya tidak diketahui. Umumnya dikenal adalah matrik trafik, yang mana menghadirkan beban yang ditawarkan antara pasangan stasiun. Selanjutnya memperkirakan probabilitas bloking pada suatu jaringan dengan beban yang ditawarkan. Kita mempertimbangkan hanya *static routing*. Karena tertarik akan suatu

perbandingan relatif, analisa untuk *routing* yang cukup statis. Bila A^l menjadi beban yang ditawarkan pada *path* l , P^l probabilitas bloking pada *path* l , L_s beban yang ditawarkan pada *link* s , dan B_s probabilitas bloking pada *link* s , maka akan diberikan suatu perumusan *Erlang loss* :

$$B_s = E(L_s, W) = \frac{\frac{L_s^w}{w^s}}{\sum_{i=0}^w \frac{L_s^i}{L}} \quad (9)$$

Persamaan 9 didasarkan pada [2], ini menunjukkan bahwa suatu perkiraan yang baik untuk beban yang ditawarkan pada *link* s di dalam jaringan dengan konversi panjang gelombang adalah :

$$L_s = \sum_l a_{s,l} A^l \frac{1 - P^l}{1 - B_s} \quad (10)$$

Dimana $a_{s,l}$ adalah *link-path matrik incident* didefinisikan sebagai :

$$a_{s,l} = \begin{cases} 1 & s \in l \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Istilah $\sum_l a_{s,l} A^l (1 - P^l)$ merepresentasikan beban yang ditawarkan dengan *link* s , dan beban yang ditawarkan lebih kecil dibanding dengan beban yang ditawarkan dengan faktor $1 - B_s$ (dalam kaitannya dengan bloking yang terjadi pada kedatangan koneksi menentukan semua panjang gelombang pada *link* s yang sibuk).

Rata-rata probabilitas bloking pada jaringan adalah :

$$P_B = \frac{\sum_l P^l \cdot A^l}{\sum_l A^l} \quad (11)$$

Pada jaringan dengan konversi panjang gelombang, proses kedatangan pada *link* adalah dalam *independent* untuk banyaknya koneksi yang dibawa oleh *link* (asumsi beban *link independent*). Kedatangan pada *link* dapat diperlakukan sebagai kedatangan *poisson* dan banyaknya panjang gelombang yang ditempatkan (contoh, koneksi yang dibawa) dapat diwakili oleh distribusi yang diberikan oleh persamaan (1).

Pada kasus di mana konversi panjang gelombang tidaklah dipakai, rata-rata kedatangan *link* tidak terikat pada banyaknya panjang gelombang yang diduduki. Perlu diketahui bahwa dalam hal ini bloking juga terjadi dalam hal kaitannya dengan ketidakcocokan panjang gelombang (contohnya, situasi yang terjadi walaupun tidak ada panjang gelombang bebas pada semua *path link* dan panjang gelombang bebas masing-masing *path link*). Suatu koneksi bloking sebagai hasil ketidakcocokan panjang gelombang tidak berperan untuk laju kedatangan pada *link* manapun pada *path*-nya. Seperti banyaknya panjang gelombang sibuk

ada peningkatan suatu *link*, probabilitas bloking dalam kaitannya dengan ketidakcocokan panjang gelombang untuk koneksi yang menuntut peningkatan *link*, yang mana pada gilirannya, mengurangi laju kedatangan pada *link* tersebut. Dalam rangka membuat suatu analisa jaringan tanpa konversi panjang gelombang, penulis membuat suatu perkiraan dengan mengumpamakan kedatangan *poisson*.

Pada penggunaan persamaan (9) dan persamaan (10) untuk mencari beban *link* yang ditawarkan untuk jaringan tanpa konversi panjang gelombang. Jika beban yang ditawarkan pada *link* dari *path* diberi, maka dicari P^l gunakan persamaan (1) dan persamaan (7) bila konversi panjang gelombang diijinkan, dan selanjutnya menggunakan persamaan (1) sampai persamaan (6) bila konversi panjang gelombang tidaklah diijinkan. Probabilitas bloking pada *link* dapat diperoleh dengan pemecahan set persamaan non-linier akan digabungkan sebagai berikut :

$$B_s = E\left(\sum_l a_{s,l} A^l \frac{1 - P^l}{1 - B_s} - W\right) \quad (12)$$

Persamaan (12) didasarkan pada [3], satuan persamaan (12) disebut *Erlang's*. Satuan persamaan yang mempunyai suatu solusi unik untuk jaringan dengan konversi panjang gelombang. Kita tidak mempunyai bukti bahwa ada suatu solusi unik untuk jaringan tanpa konversi panjang gelombang. Hasil analitis yang diperoleh dengan pemecahan persamaan diatas adalah hamper sama dengan hasil simulasi.

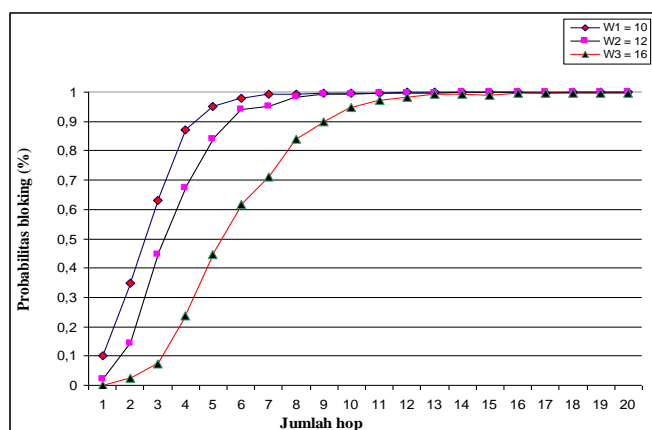
Dalam hal memecahkan satuan persamaan non-linier dan menentukan sistem probabilitas bloking, kita menggunakan prosedur iteratif yaitu, definisikan $L_s(n)$, $A^l(n)$ dan $P^l(n)$ sebagai nilai-nilai untuk memperoleh L_s , A^l dan P^l pada akhir iterasi ke n . Kita mulai dengan beberapa nilai-nilai awal untuk $L_s(n)$. Perkiraan awal sederhana akan menetapkan $P^l(0) = 0$, $P_B(0) = 0$ dan $B_s(0) = 0$.

Karena semua asumsi digunakan dalam model yang analitis adalah konservatif (contoh, beban *link independent*, *random wavelength assignment*, kedatangan *poisson* pada masing-masing *link*), model ini dapat juga menyediakan batas bagian atas untuk probabilitas bloking.

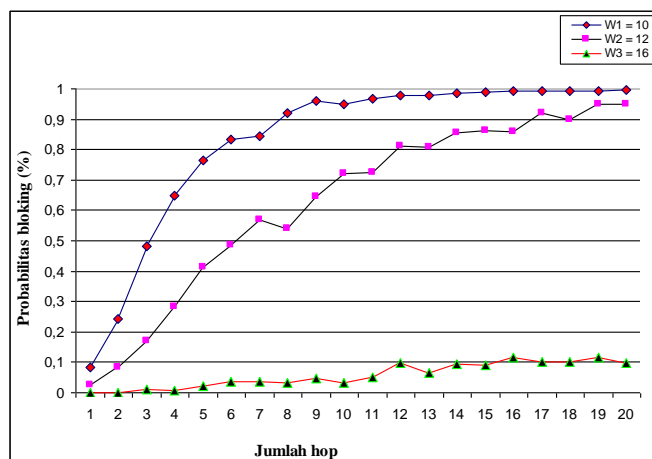
IV. PEMBAHASAN

A. Eksperimen I

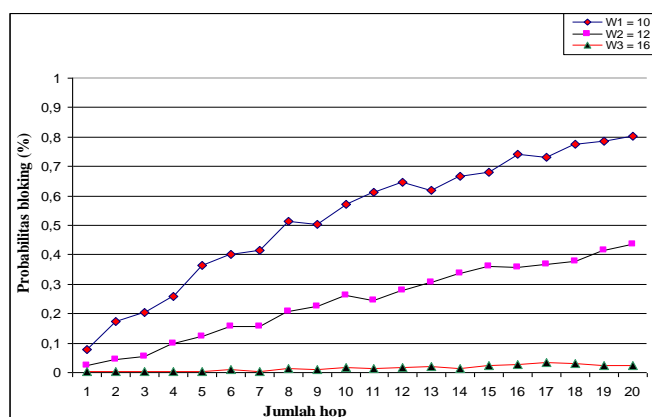
Pada eksperimen I ini akan memperlihatkan hasil simulasi untuk jaringan dengan panjang gelombang (λ) = 10, 12, 16, jumlah *hop* maksimum = 20 dan beban (Erlang) dijaga tetap. Untuk probabilitas bloking *versus* jumlah *hop* pada *multihop path*.



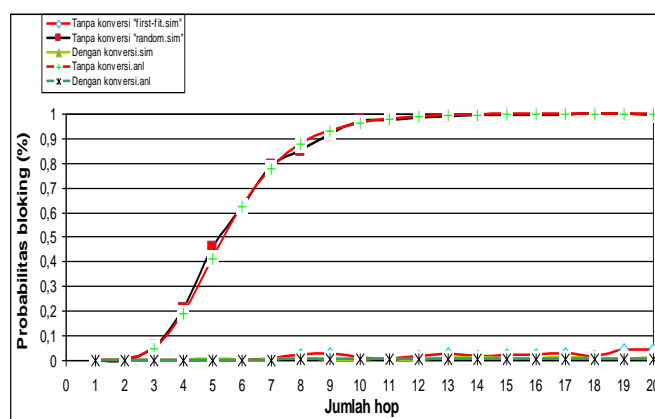
Gambar 1. Probabilitas bloking Vs Jumlah hop tanpa konversi panjang gelombang menggunakan *random*



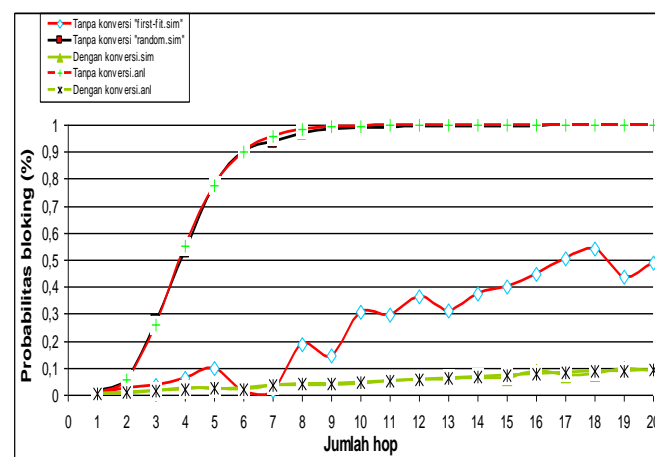
Gambar 2. Probabilitas Bloking Vs Jumlah hop tanpa konversi panjang gelombang menggunakan algoritma *first-fit*



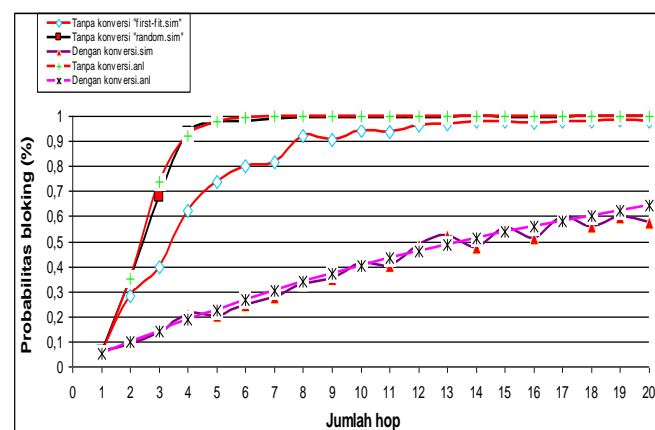
Gambar 3. Probabilitas bloking Vs jumlah hop dengan Kanal 16 untuk load 7 Erlang per-link



Gambar 4. Probabilitas bloking Vs jumlah hop pada multihop dengan beban 12 Erlang



Gambar 5. Probabilitas bloking Vs jumlah hop pada multihop dengan beban 15 Erlang



Gambar 6. Probabilitas bloking Vs jumlah hop pada multihop dengan beban 20 Erlang

B. Eksperimen II

Pada eksperimen II ini memperlihatkan hasil simulasi untuk jaringan dengan panjang gelombang dijaga tetap, jumlah *hop* maksimum adalah 20, dan beban Erlang adalah 12 Erlang, 15 Erlang, 20 Erlang. Untuk probabilitas bloking *versus* jumlah *hop* pada *multihop path*.

V. KESIMPULAN

Bila jumlah panjang gelombang per-link dan jumlah *hop* adalah sama, maka penggunaan konversi panjang gelombang akan menghasilkan probabilitas bloking yang lebih rendah dibanding tanpa konversi panjang gelombang. Penggunaan algoritma *first-fit* menghasilkan probabilitas

bloking yang lebih rendah dibanding dengan algoritma *random*.

VI. SARAN

Pada paper ini peneliti hanya menyarankan agar penelitian selanjutnya untuk mencari perbandingan jumlah hop dengan panjang gelombang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Tim STMIK-Politeknik Palcomtect yang telah meluangkan waktu untuk membuat template ini.

REFERENSI

- [1] A.S.Acompora, 1997, *A multichannel multihop local lighthwave network*, In Proceedings of GLOBECOM '97, Japan.
- [2] A.R. Barry and P.A.Humblet, 2000, *Model of blocking probability changes*, In Proceedings of IEEE INFOCOM '2000, volume 4, Boston.
- [3] A.Birman, 1999, *Computing approximate blocking probabilities for a class of all-optical networks*, In Proceedings of IEEE INFOCOM'99, volume 3, Boston.
- [4] A.Grid, 1990, *Routing and Dimensioning in Circuit Switched Networks*, Addison-wesley, Reading, Massachusetts.
- [5] K.Chan and T.P.Yum, 1994, *Analysis of least congested path routing in WDM lightwave networks*, In proceedings of IEEE INFOCOM' 94, volume 2, Canada.
- [6] L. Chlamtac, A. Ganz, and G.Karmi, 1989, *Purely optical networks for terabit communication*, In proceedings of IEEE INFOCOM'89, volume 3, Canada.