

SIMULASI KINERJA *ROUTING* PROTOKOL *OPEN SHORTEST PATH FIRST* (OSPF) DAN *ENHANCED INTERIOR GATEWAY ROUTING PROTOCOL* (EIGRP) MENGGUNAKAN SIMULATOR JARINGAN OPNET MODELER v. 14.5

Dewi Yolanda S. A.¹, Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS.², M. Fauzan Edy Purnomo, ST., MT.²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ²Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: yolanda.teub@gmail.com

Abstract—One of the computer network system technologies emerging today is the Internet. To build an Internet network requires a routing mechanism that used to integrate the whole computer with a high levels of flexibility. Routing is a major part of giving a performance in the network. Therefore, various types of routing protocols appear to complete the process of routing in the network. With so many existing routing protocols, a network administrator requires a comparison of the performance reference of each type of routing protocols. One of them are Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) and Open Shortest Path First (OSPF). This paper will discuss the performance of both routing protocol on the network with hybrid topology. Analysis were performed by using a network simulator OPNET Modeler v.14.5. The simulation showed that EIGRP has a faster convergence time, 0.0087 seconds while normal link, 0.0093 seconds when the first scenario link failed, and 0.008 seconds when the second scenario link failed. In the normal scenario and first scenario link failed, the magnitude of the EIGRP average throughput is better than OSPF. EIGRP throughput's are 67,100.78 bps and 22,327.2 bps. When the second scenario link failed, OSPF has a better throughput value that is equal to 11,154.92 bps. OSPF and EIGRP are producing packet delay end-to-end average, jitter, and packet loss percentage still in the range of values that can be accepted by the user in general.

Index Terms—routing, OSPF, EIGRP, OPNET

Abstrak—Salah satu teknologi sistem jaringan komputer yang sedang berkembang pesat saat ini adalah Internet. Untuk membangun sebuah jaringan Internet dibutuhkan suatu mekanisme *routing* yang digunakan untuk mengintegrasikan seluruh komputer dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi. *Routing* merupakan bagian utama dalam memberikan suatu performansi dalam jaringan. Oleh sebab itu, muncul berbagai jenis *routing* protokol untuk melengkapi proses *routing* pada jaringan. Dengan banyaknya *routing* protokol yang ada, seorang *administrator* jaringan membutuhkan adanya referensi perbandingan mengenai kinerja dari masing-masing jenis *routing* protokol tersebut. Salah satunya adalah *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP) dan *Open Shortest Path First* (OSPF). Pada paper ini akan dibahas mengenai kinerja dari kedua *routing protocol* tersebut pada jaringan dengan topologi *hybrid*. Analisis dilakukan dengan menggunakan *network simulator* OPNET Modeler v.14.5. Hasil simulasi membuktikan bahwa EIGRP memiliki waktu konvergensi yang lebih cepat, 0,0087 detik saat *link* normal, 0,0093 detik saat skenario pertama *link* gagal, dan 0,008 detik saat skenario kedua *link* gagal. Pada skenario *link* normal maupun skenario pertama *link*

gagal besarnya *throughput* rata-rata EIGRP lebih baik daripada OSPF. Besarnya *throughput* EIGRP yaitu 67.100,78 bps dan 22.327,2 bps. Saat skenario kedua *link* gagal, OSPF memiliki nilai *throughput* yang lebih baik yaitu sebesar 11.154,92 bps. OSPF dan EIGRP menghasilkan *packet delay end-to-end* rata-rata, *jitter*, dan prosentase *packet loss* yang masih berada pada rentang nilai yang dapat diterima oleh pengguna secara umum.

Kata Kunci—*routing*, OSPF, EIGRP, OPNET

I. LATAR BELAKANG

Sistem jaringan komputer adalah sekelompok sistem komputer dan perangkat keras komputasi lain yang dihubungkan bersama melalui saluran komunikasi untuk memfasilitasi komunikasi dan *resource sharing* berbagai pengguna. Sistem jaringan komputer dibangun untuk keperluan perusahaan maupun perorangan.

Salah satu bentuk pemanfaatan sistem jaringan komputer ialah Internet. Untuk membangun sebuah jaringan Internet dibutuhkan beberapa perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan protokol. TCP/IP merupakan protokol standar yang diterapkan pada Internet. Keberadaan *router* dalam jaringan TCP/IP sangatlah penting. Hal ini disebabkan banyaknya jumlah *host* dan perbedaan perangkat yang digunakan pada jaringan TCP/IP. Akibatnya, dibutuhkan mekanisme *routing* yang dapat mengintegrasikan berjuta-juta komputer dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi. Secara umum *routing* terbagi menjadi dua kategori, yaitu *routing* statis dan *routing* dinamis.

Routing dinamis membutuhkan adanya *routing* protokol. Dalam konteks kinerja *routing* protokol, masing-masing *routing* protokol memiliki arsitektur, kemampuan beradaptasi dan kemampuan mencapai keadaan konvergensi yang berbeda. Dengan banyaknya *routing* protokol yang ada, seorang *administrator* jaringan membutuhkan adanya referensi perbandingan mengenai kinerja dari berbagai jenis *routing* protokol tersebut. Selain itu, perlu adanya perbaikan sistem tanpa merubah total jaringan demi mengikuti laju perkembangan teknologi yang ada. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengimplementasikan jaringan mirip dengan jaringan yang telah ada ke dalam sebuah *network simulator* kemudian membuat perbandingan berdasarkan skenario yang diinginkan.

Berdasarkan jenis *routing* protokol yang ada, EIGRP dan OSPF merupakan jenis *routing* protokol yang diunggulkan. Oleh sebab itu, pada paper ini akan dibahas mengenai *routing* protokol OSPF dan EIGRP dalam sistem jaringan komputer topologi *hybrid*. Analisis akan dilakukan menggunakan sebuah *network simulator* yakni OPNET Modeler v.14.5. Kinerja dari *routing* protokol tersebut dapat diketahui melalui hasil simulasi terhadap parameter waktu konvergensi, *jitter*, *packet delay end-to-end*, *packet loss*, dan *throughput* melalui model simulasi jaringan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Routing Protocol

Sebuah *routing* protokol adalah seperangkat aturan atau standar yang menentukan bagaimana *router* pada jaringan berkomunikasi dan bertukar informasi satu sama lain, memungkinkan mereka untuk memilih rute terbaik ke sebuah jaringan yang dituju. *Routing* protokol melakukan beberapa kegiatan, termasuk:

- *Network discovery*.
- Memperbarui dan memelihara tabel *routing*.

Secara umum ada tiga jenis metode yang digunakan oleh *routing* protokol, yaitu:

a. Distance Vector (Path Vector) Protocol

Disebut *distance vector protocol* karena penentuan *routing* berdasarkan *distance* atau jarak terpendek, antara titik asal paket dengan titik tujuan. [10]

Distance vector dikembangkan menggunakan algoritma Bellman-Ford. Contoh *distance vector* yaitu BGP, RIP, dan IGRP.

b. Link State Protocol

Disebut *link state protocol* karena penentuan *routing* dilakukan berdasarkan informasi yang diperoleh dari *router-router* lain. [10]

Link state dikembangkan menggunakan algoritma *shortest path*, seperti algoritma Dijkstra's. Contoh *link state* adalah OSPF dan IS-IS.

c. Hybrid

Protokol *hybrid* menggunakan aspek-aspek dari *routing protocol* jenis *distance vector* dan *link state*. Contoh *hybrid* adalah EIGRP.[6]

2.2 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

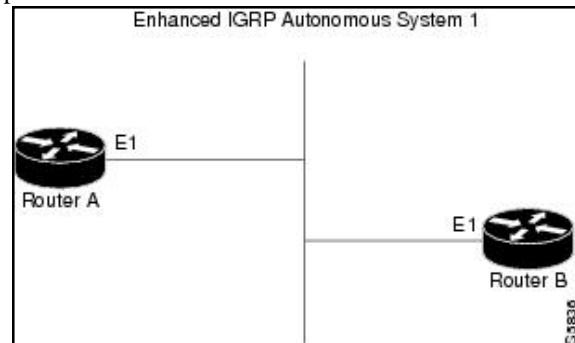
EIGRP adalah sebuah *routing* protokol milik Cisco yang bekerja pada *router* Cisco dan pada prosesor-prosesor *route* internal yang terdapat pada switch layer *core* dan *switch* layer distribusi Cisco. EIGRP merupakan protokol *distance vector* yang *classes* dan yang sudah ditingkatkan (*enhanced*).[6]

EIGRP memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Menggunakan *cost load balancing* yang tidak sama.
2. Menggunakan algoritma kombinasi antara *distance vector* dengan *link state*.
3. Menggunakan *Diffusing Update Algorithm* (DUAL) untuk menghitung jalur terpendek.
4. Mendukung IP, IPX, dan AppleTalk melalui modul-modul yang bersifat *protocol dependent*.

5. Komunikasi melalui *Reliable Transport Protocol* (RTP)

Gambar 2.1 berikut ini merupakan contoh konfigurasi pada EIGRP:



Gambar 2.1 Contoh konfigurasi EIGRP pada *autonomous system*

Sumber:

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_0/np1/configuration/guide/1ceigrp.html

2.2.1 Pemeliharaan Rute EIGRP

Untuk memelihara informasi rute yang diperoleh, *router* EIGRP menyimpannya ke dalam tiga jenis tabel *routing*, antara lain:

- Tabel *neighborship*, tabel ini merekam informasi tentang *router-router* yang telah membentuk hubungan bertetangga (*neighborship*).[6]
- Tabel topologi, tabel ini menyimpan pengumuman (*advertisements*) tentang semua rute di *internetwork* yang diterima dari setiap tetangga.[6]
- Tabel *routing*, EIGRP memilih rute terbaik ke tujuan dari tabel topologi dan menempatkan rute dalam tabel *routing*. *Router* mempertahankan satu tabel *routing* untuk setiap protokol jaringan.[9]

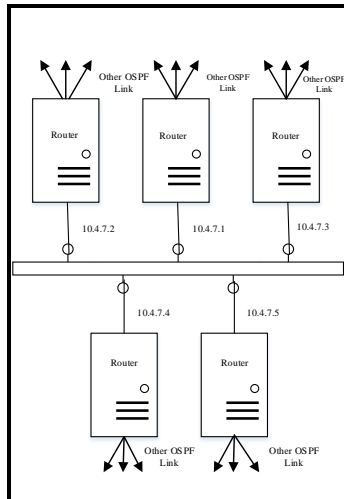
2.3 Open Shortest Path First (OSPF)

OSPF adalah sebuah *routing protocol* standard terbuka yang telah diimplementasikan oleh sejumlah besar vendor jaringan, termasuk Cisco.[6]

OSPF merupakan *interior routing protocol* yang menggunakan metode *link-state*. OSPF didesain oleh IETF (*Internet Engineering Task Force*) yang pada mulanya dikembangkan dari algoritma *Shortest Path First* (SPF). OSPF memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Menggunakan algoritma SPF untuk menghitung *cost* terendah.
2. *Update routing* dilakukan secara *flooded* saat terjadi perubahan topologi jaringan.
3. OSPF menggunakan metode *link-state* dimana dapat memelihara rute dalam struktur *network* yang dinamik dan dapat dibangun dari beberapa bagian *subnetwork*.
4. OSPF lebih efisien dari RIP.
5. Menggunakan protokol *broadcast*.

Gambar 2.2 berikut ini merupakan contoh konfigurasi pada OSPF:

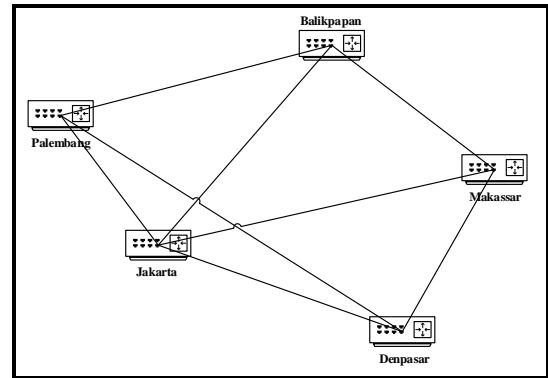


Gambar 2.2 Sebuah jaringan *ethernet* dengan lima buah *router* OSPF terpasang
Sumber: John T. Moy, 1998

III. SIMULASI JARINGAN

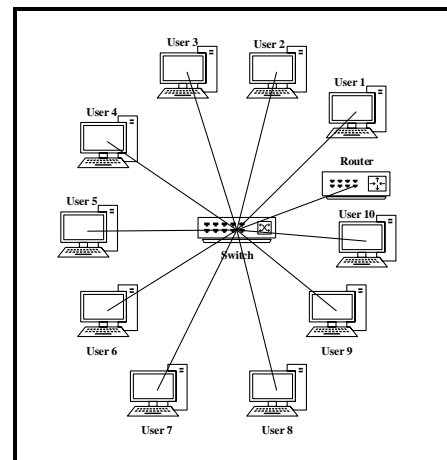
Pelaksanaan simulasi menggunakan *network simulator Optimized Network Engineering Tool* (OPNET) Modeler v.14.5. OPNET Modeler menyediakan lingkungan pengembangan yang komprehensif untuk menganalisis spesifikasi, simulasi dan kinerja suatu jaringan komunikasi.[2]

Pada simulasi ini akan diterapkan dua jenis skenario, yaitu *link* normal dan *link* gagal yang terjadi pada saluran antara Jakarta-Balikpapan dan Jakarta-Makassar. Pada skenario *link* normal, *traffic* terletak diantara pengguna dan *switch*. Pada skenario *link* gagal terdapat dua macam skenario. Skenario pertama, *traffic* terletak diantara pengguna dan *switch* dengan perilaku pengguna yang memutuskan untuk menghentikan penggunaan aplikasi pada detik ke-180 dan detik ke-300. Untuk skenario kedua, *traffic* terletak diantara *router* dan *switch* dengan perilaku pengguna yang memutuskan untuk menghentikan penggunaan aplikasi secara serentak pada detik ke-350 atau bersamaan dengan dihentikannya proses simulasi. Selain itu diimplementasikan pula beberapa aplikasi seperti VoIP, *email (high load)*, dan *web (heavy browsing)*. Pada jaringan tersebut diterapkan trafik dengan interval waktu 100 detik. Besarnya trafik adalah 2 Mbps, 4 Mbps, dan 6 Mbps. Hal ini bertujuan untuk membandingkan kinerja dari *routing protocol* OSPF dan EIGRP. Jaringan yang akan diimplementasikan terdiri dari *router* Cisco seri 7507, *ethernet workstation*, dan *ethernet server* yang dihubungkan satu sama lain menggunakan model saluran *Point-to-Point Protocol Digital Signal 3* (44,736 Mbps) dan 10BaseT (10 Mbps). Proses simulasi dilakukan selama 350 detik. Gambar 3.1 berikut ini merupakan jaringan komputer dengan topologi *hybrid* yang diimplementasikan ke dalam OPNET Modeler:



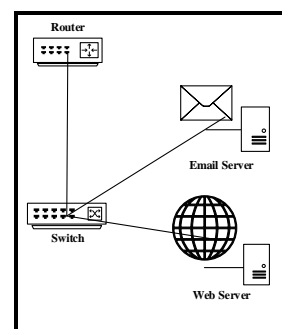
Gambar 3.1 Model jaringan yang akan diimplementasikan pada OPNET Modeler v 14.5
Sumber: Simulasi, 2013

Gambar 3.2 berikut ini merupakan model jaringan di tiap kota, kecuali Jakarta:



Gambar 3.2 Model jaringan pada tiap kota kecuali Jakarta yang akan diimplementasikan menggunakan OPNET Modeler v 14.5
Sumber: Simulasi, 2013

Gambar 3.3 berikut ini merupakan pemodelan sistem jaringan di Jakarta:

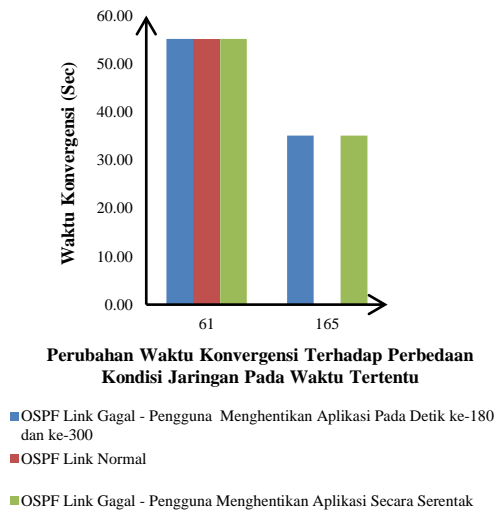


Gambar 3.3 Pemodelan sistem jaringan *server* di Jakarta
Sumber: Simulasi, 2013

IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

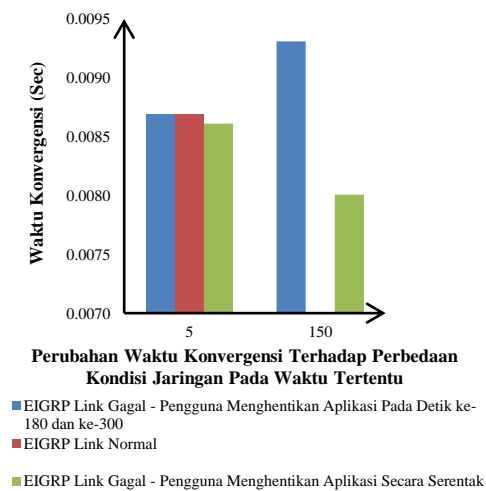
4.1 Waktu Konvergensi

Waktu konvergensi merupakan total waktu yang dibutuhkan oleh sebuah *router* selesai melakukan konvergensi, diantaranya menghitung jalur terbaik dan memperbarui *routing table*. Nilai konvergensi dapat diketahui ketika terdapat perubahan pada jaringan. Gambar 4.1 berikut menunjukkan waktu konvergensi OSPF pada saat skenario dijalankan:



Gambar 4.1 Waktu Konvergensi OSPF

Mathew (2000:179) menyatakan “ konvergensi OSPF dapat berkisar antara 6-46 detik, tergantung pada tipe kegagalan, pengaturan waktu, dan ukuran jaringan”. Pada saat kondisi *link* normal, OSPF melakukan satu kali proses konvergensi, yaitu pada detik ke-61 selama 55,21 detik. Pada skenario pertama maupun skenario kedua *link* gagal, OSPF melakukan dua kali proses konvergensi. Konvergensi pertama dimulai pada detik ke-61 selama 55,21 detik saat kondisi *link* masih normal. Skenario *link* gagal dimulai pada detik ke-150, hal ini menyebabkan adanya perubahan informasi *routing* pada OSPF. Akibatnya, OSPF melakukan konvergensi pada detik ke-165 selama 35,06 detik. Hasil nilai konvergensi yang sama pada kedua skenario tersebut disebabkan OSPF melakukan pembaharuan topologi *database* yang sama. Gambar 4.2 berikut menunjukkan waktu konvergensi EIGRP pada saat skenario dijalankan:



Gambar 4.2 Konvergensi EIGRP saat kondisi *link* gagal

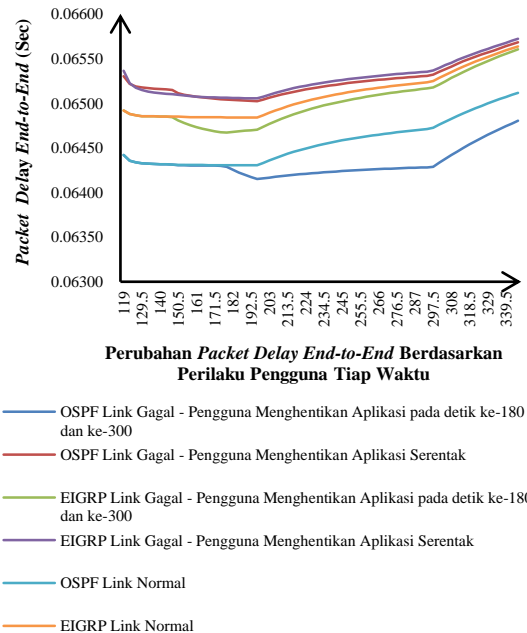
Mathew (2000:192) menyatakan “EIGRP memiliki beberapa karakteristik dalam hal membangun *internetwork*, salah satunya yaitu melakukan konvergensi tidak lebih dari 1 detik dalam hal mendeteksi sebuah *link* yang gagal”. Pada saat kondisi *link* normal, EIGRP melakukan satu kali proses konvergensi, yaitu pada detik ke-5 selama 0,0087

detik. Pada skenario pertama *link* gagal, EIGRP melakukan dua kali proses konvergensi. Konvergensi pertama dimulai pada detik ke-5 selama 0,0087 detik saat kondisi *link* masih normal. Skenario *link* gagal dimulai pada detik ke-150 sehingga menyebabkan adanya perubahan informasi *routing* pada EIGRP. Akibatnya, OSPF melakukan konvergensi pada detik ke-150 selama 0,0093 detik. Pada skenario kedua *link* gagal, EIGRP melakukan dua kali proses konvergensi. Konvergensi pertama dimulai pada detik ke-5 selama 0,0086 detik saat kondisi *link* masih normal. Skenario *link* gagal dimulai pada detik ke-150, hal ini menyebabkan adanya perubahan informasi *routing* pada EIGRP. Akibatnya, OSPF melakukan konvergensi pada detik ke-150 selama 0,008 detik.

Berdasarkan nilai waktu konvergensi yang dihasilkan EIGRP dan OSPF dapat disimpulkan bahwa EIGRP memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan OSPF. Hal ini dikarenakan ketika terjadi perubahan pada suatu jaringan, EIGRP mendeteksi cepat adanya perubahan topologi kemudian mengirim *query* (permintaan) ke tetangga terdekat agar segera memiliki *successor* (pengganti) dan menyebarluaskan informasi terbaru itu ke semua *router*. Pada jaringan OSPF, semua *router* pada suatu area memperbarui topologi *database* dengan cara melakukan *flooding* LSA ke tetangga dan menghitung ulang tabel *routing*. Akibatnya, OSPF membutuhkan waktu lebih banyak untuk melakukan konvergensi.

4.2 Packet Delay End-to-End

Packet delay end-to-end adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirim sebuah paket aplikasi ke tujuan layer aplikasi.[8] Besarnya *packet delay end-to-end* diperoleh pada aplikasi VoIP.



Gambar 4.3 Packet end-to-end delay OSPF saat kondisi *link* normal

Pada skenario *link* normal, *traffic* terletak diantara pengguna dan *switch*. Pada detik ke-0 hingga detik ke-118, baik *routing* protokol OSPF maupun EIGRP masih melakukan proses *running* pada sistem,

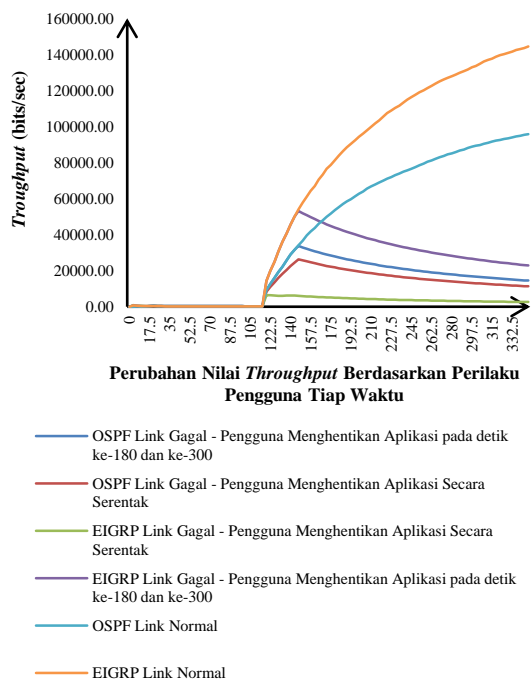
sehingga *packet delay end-to-end* belum nampak. Besarnya *packet end-to-end delay* rata-rata OSPF saat kondisi *link* normal adalah 0,064563 detik atau sama dengan 64,563 ms. Pada EIGRP dengan kondisi *link* normal, besarnya *packet end-to-end delay* rata-rata adalah 0,065091 detik atau sama dengan 65,091 ms.

Pada skenario pertama OSPF *link* gagal, besarnya *packet delay end-to-end* rata-rata adalah 0,06433 detik atau sama dengan 64,33 ms sedangkan EIGRP menghasilkan *delay end-to-end* rata-rata adalah 0,06501 detik atau sama dengan 65,01 ms.

Pada skenario kedua OSPF *link* gagal, besarnya *packet delay end-to-end* rata-rata adalah 0,06532 detik atau sama dengan 65,32 ms sedangkan EIGRP menghasilkan sebesar 0,06524 detik atau sama dengan 65,24 ms. Berdasarkan standar ITU-T G.114 dapat dianalisis bahwa perolehan nilai *packet delay end-to-end* rata-rata OSPF dan EIGRP yang berada dalam rentang nilai 0-150 ms merupakan rentang *delay* yang dapat diterima oleh pengguna secara umum.

4.3 Throughput

Throughput merupakan jumlah rata-rata paket yang sukses diterima atau dikirimkan oleh saluran penerima atau pemancar per detik.[8] Gambar 5.4 berikut menunjukkan nilai *throughput* OSPF dan EIGRP pada seluruh skenario yang dijalankan:



Gambar 4.3 *Throughput* Gabungan Antara OSPF dan EIGRP

Pada skenario *link* normal, *traffic* terletak diantara pengguna dan *switch*. Pada detik ke-0 hingga detik ke-118, baik *routing* protokol OSPF maupun EIGRP masih melakukan proses *running* pada sistem, sehingga *throughput* belum nampak.

Pada OSPF dengan kondisi *link* normal, besarnya *throughput* rata-rata yang dihasilkan adalah 44.396,095 bps sedangkan EIGRP menghasilkan *throughput* rata-rata sebesar 67.100,78 bps. Pada skenario pertama OSPF *link* gagal, besarnya *throughput* rata-rata yang dihasilkan adalah 14.180,73 bps sedangkan EIGRP menghasilkan *throughput* rata-

rata sebesar 22.327,2 bps. Pada skenario kedua OSPF *link* gagal,. Besarnya *throughput* rata-rata yang dihasilkan adalah 11.154,92 bps sedangkan EIGRP menghasilkan *throughput* rata-rata 2.773,48 bps. Berdasarkan nilai *throughput* rata-rata yang diperoleh dapat dianalisis bahwa kinerja *routing* protokol EIGRP pada kondisi *link* normal maupun skenario pertama *link* gagal lebih baik dibandingkan OSPF. OSPF memiliki kinerja *throughput* yang lebih baik pada saat skenario kedua *link* gagal. Semakin besar nilai *throughput* menandakan semakin banyak jumlah paket rata-rata yang diterima di sisi *user*. Sebaliknya semakin kecil nilai *throughput* menandakan semakin sedikit jumlah paket rata-rata yang diterima di sisi *user*.

4.4 Jitter

Jitter didefinisikan sebagai variasi waktu kedatangan dari paket yang dikirimkan secara terus menerus.[5] Besarnya *jitter* diperoleh pada aplikasi *voice*, yaitu VoIP.

Tabel 4.1 Hasil Simulasi *Jitter*

No.	Jenis Routing Protokol	<i>Jitter</i> rata-rata (ms)		
		<i>Link</i> Normal	<i>Link</i> Gagal Skenario Pertama	<i>Link</i> Gagal Skenario Kedua
1.	OSPF	$-3,16 \times 10^{-7}$	$-3,67 \times 10^{-7}$	$-4,32 \times 10^{-7}$
2.	EIGRP	$-2,99 \times 10^{-7}$	$-3,7 \times 10^{-7}$	$-3,58 \times 10^{-7}$

Jitter yang bernilai negatif dapat diartikan bahwa perbedaan waktu kedatangan paket ke penerima lebih kecil dibandingkan pada saat di sisi sumber.[8] Sedangkan nilai *jitter* yang berkisar antara 0-20 ms merupakan rentang *jitter* yang dapat diterima oleh pengguna secara umum.[4] *Jitter* dapat disebabkan oleh lintasan tempuh paket yang berbeda-beda, *bandwidth* yang tiba-tiba menyempit karena adanya *flooding*, peningkatan trafik secara tidak teratur atau kongesti yang menyebabkan antrian. Berdasarkan perolehan nilai *jitter* secara keseluruhan dapat ditarik kesimpulan bahwa *routing* OSPF dan EIGRP dapat menjalankan aplikasi VoIP dengan baik.

4.5 Packet Loss

Packet loss adalah jumlah paket yang hilang dibandingkan dengan paket yang diterima benar.[11] Prosentase *packet loss* ditentukan seperti:

$$\text{packet loss(\%)} = \frac{N_{\text{packet loss}}}{N_{\text{packet}} + N_{\text{packet loss}}} \times 100 \% \quad (2-1)$$

$N_{\text{packet loss}}$ = jumlah paket multimedia yang hilang

N_{packet} = jumlah paket multimedia yang diterima dengan benar

Berikut ini adalah hasil perhitungan *packet loss* pada aplikasi yang diterapkan ke dalam jaringan:

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan *Packet Loss*

No.	Routing Protocol	Jenis Aplikasi	Kondisi Link		
			Normal (%)	Gagal skenario pertama (%)	Gagal skenario kedua (%)
1.	OSPF	Email	0	0	0
		Web	0	$2,23 \times 10^{-4}$	0
		VoIP	$3,81 \times 10^{-5}$	0,48	$3,69 \times 10^{-3}$
2.	EIGRP	Email	0	0	0
		Web	$6,56 \times 10^{-4}$	$1,09 \times 10^{-3}$	0
		VoIP	$4,55 \times 10^{-5}$	0,45	$4,35 \times 10^{-5}$

Berdasarkan dokumen ITU-T REC. Y.1541, hasil prosentase *packet loss* OSPF dan EIGRP baik pada skenario *link* normal ataupun gagal masih berada pada rentang nilai standar *packet loss* 0-0,05 %. Rentang nilai tersebut merupakan rentang nilai yang dapat diterima oleh pengguna secara umum. Pada aplikasi *email* dan *web* dihasilkan prosentase *packet loss* mendekati 0%, ini menandakan paket yang dikirim dari sumber dapat sampai ke penerima secara utuh. Ketika nilai *packet loss* besar maka dapat diketahui bahwa jaringan sedang sibuk atau terjadi *overload*. *Packet loss* mempengaruhi kinerja jaringan secara langsung. Ketika suatu jaringan memiliki nilai *packet loss* yang besar, dapat dikatakan kinerja jaringan tersebut buruk. Berdasarkan analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa OSPF dan EIGRP memiliki kinerja yang seimbang.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. *Network Simulator* OPNET Modeler versi 14.5 dapat digunakan untuk menentukan kinerja dari *routing protocol* EIGRP dan OSPF. Metodologi yang dilakukan adalah dengan membuat topologi jaringan *hybrid (mesh-star)*, kemudian mengkonfigurasi model saluran dan *node*, serta mengimplementasikan jenis aplikasi/layanan yang akan diamati ke dalam jaringan komputer.
2. *Routing protocol* EIGRP memiliki keunggulan pada parameter *konvergensi*, yaitu membutuhkan waktu 0,0087 detik saat *link* normal, 0,0093 detik saat skenario pertama *link* gagal, dan 0,008 detik saat skenario kedua *link* gagal.
3. Berdasarkan dokumen ITU-T G.114 perolehan nilai *packet delay end-to-end* rata-rata OSPF dan EIGRP yang berada pada rentang 0-150 ms merupakan rentang *delay* yang dapat diterima oleh pengguna secara umum.
4. Pada skenario *link* normal maupun skenario pertama *link* gagal besarnya *throughput* rata-rata EIGRP lebih baik daripada OSPF. Besarnya *throughput* EIGRP yaitu 67.100,78 bps dan 22.327,2 bps. Saat skenario kedua *link* gagal, OSPF memiliki nilai *throughput* yang lebih baik yaitu sebesar 11.154,92 bps.
5. Berdasarkan dokumen ITU-T Y.1541 perolehan nilai *jitter* OSPF dan EIGRP yang berada pada

rentang 0-20 ms merupakan rentang *jitter* yang dapat diterima oleh pengguna secara umum.

6. Berdasarkan dokumen ITU-T REC. Y.1541, hasil prosentase *packet loss* OSPF dan EIGRP baik pada skenario *link* normal ataupun gagal masih berada pada rentang nilai standar *packet loss* 0-0,05 %. Rentang nilai tersebut merupakan rentang nilai yang dapat diterima oleh pengguna secara umum.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah:

1. Perlu dibuat topologi jaringan yang lebih besar agar kinerja dari kedua jenis *routing protocol* tersebut lebih terlihat jelas.
2. Menambah parameter kinerja yang diamati antara lain *network convergence activity*, *utilization*, *next hop update*, dan sebagainya.
3. Menganalisis performansi *routing protocol* pada aplikasi lain seperti FTP dan *database*.
4. Membandingkan antara hasil simulasi dengan menggunakan *network simulator* dan *testbed*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Birkner, Matthew H. 2000. *Cisco Internetwork Design*. Indiana: Cisco Press.
- [2] Chang, Xinjie. 1999. *Network Simulations With Opnet*. Dalam P.A. Farrington, H.B. Nemhard, D.T. Sturrock, and G.W. Evans, eds. (Penyunting). *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*:307-314. Phoenix
- [3] *Cisco IOS Release 12.0 Network Protocols Configuration Guide, Part 1*. http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_0/np1/configuration/guide/1ceigrp.html (diakses 15 Maret 2012)
- [4] ITU-T. 2006. *Y.1541: Network Performance Objectives for IP-Based Services*. Switzerland: ITU-T publication
- [5] Jr., Franklin D. Ohrtman. 2003. *Softswitch Architecture for VoIP*. McGraw-Hill
- [6] Lammle, Todd. 2005. *CCNA Cisco Certified Network Associate Study Guide*. Cetakan I. Terjemahan S'to, CCNA, MCSE. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- [7] Moy, John T. 1998. *OSPF: Anatomy of an Internet Routing Protocol*. Reading: Addison-Wesley Publishing Company
- [8] *Optimized Network Engineering Tool (OPNET) Modeler v14.5*
- [9] Paquet, Catherine & Diane Teare. 2003. *CCNP Self-Study: Building Scalable Cisco Internetworks (BSCI)*. Indiana: Cisco Press.
- [10] Sofana, Iwan. 2010. *Cisco CCNA & Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.
- [11] Tanenbaum, Andrew S. 2003. *Computer Network*. USA: Prentice Hall