

Analisis Kinerja *EIGRP* dan *OSPF* pada Topologi *Ring* dan *Mesh*

DWI ARYANTA, ARSYAD RAMADHAN DARLIS , DIMAS PRIYAMBODHO

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: dwiaryanta@gmail.com

ABSTRAK

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) dan OSPF (Open Shortest Path First) adalah routing protokol yang banyak digunakan pada suatu jaringan komputer. EIGRP hanya dapat digunakan pada perangkat Merk CISCO, sedangkan OSPF dapat digunakan pada semua merk jaringan. Pada penelitian ini dibandingkan delay dan rute dari kedua routing protokol yang diimplementasikan pada topologi Ring dan Mesh. Cisco Packet Tracer 5.3 digunakan untuk mensimulasikan kedua routing protokol ini. Skenario pertama adalah perancangan jaringan kemudian dilakukan pengujian waktu delay 100 kali dalam 5 kasus. Skenario kedua dilakukan pengujian trace route untuk mengetahui jalur yang dilewati paket data lalu memutus link utama. Pada skenario kedua juga dilakukan perbandingan nilai metric dan cost hasil simulasi dengan perhitungan rumus. Skenario ketiga dilakukan pengujian waktu konvergensi untuk setiap routing protokol pada setiap topologi. Hasilnya EIGRP lebih cepat 386 μ s daripada OSPF untuk topologi Ring sedangkan OSPF lebih cepat 453 μ s daripada EIGRP untuk topologi Mesh. Hasil trace route menunjukkan rute yang dipilih oleh routing protokol yaitu nilai metric dan cost yang terkecil. Waktu konvergensi rata-rata topologi Ring pada EIGRP sebesar 12,75 detik dan 34,5 detik pada OSPF sedangkan topologi Mesh di EIGRP sebesar 13 detik dan 35,25 detik di OSPF.

Kata Kunci : *EIGRP, OSPF, Packet Tracer 5.3, Ring, Mesh, Konvergensi*

ABSTRACT

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) and OSPF (Open Shortest Path First) is the routing protocol that is widely used in a computer network. EIGRP can only be used on devices Brand CISCO, while OSPF can be used on all brands of network. In this study comparison of both the delay and the routing protocol implemented on Ring and Mesh topology. Cisco Packet Tracer 5.3 is used to simulate both the routing protocol. The first scenario is the design of the network and then do the test of time delay 100 times in 5 cases. The second scenario tested trace route to determine the path of the data packet and then disconnect the main link. In the second scenario also conducted a cost comparison of metrics and the simulation results with the calculation formula. The third scenario testing time for each routing protocol convergence on any topology. The result EIGRP faster than 386 microseconds for a ring topology while OSPF OSPF 453 microseconds faster than EIGRP for Mesh topology. The results showed trace route chosen by the routing protocol metric value and cost is the smallest. Average convergence time in the EIGRP topology Ring of 12.75 seconds and 34.5 seconds, while the Mesh topology in an OSPF EIGRP for 13 seconds and 35.25 seconds in OSPF.

Keywords : *EIGRP, OSPF, Packet Tracer 5.3, Ring, Mesh, Convergence*

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, teknologi telekomunikasi menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi kebanyakan orang di dunia. Hal inilah yang mendasari terciptanya teknologi informasi. Jaringan komputer merupakan sekumpulan komputer berjumlah banyak yang terpisah-pisah dalam hal posisi, akan tetapi saling berhubungan dalam melaksanakan tugasnya. Misalnya dua buah komputer dapat dikatakan terkoneksi bila keduanya dapat saling bertukar informasi. (Iwan, 2012)

Komunikasi data merupakan bangunan vital dari suatu masyarakat informasi karena sistem ini menyediakan infrastruktur yang memungkinkan komputer-komputer berkomunikasi satu sama lain (Ferdian, 2011)

Agung telah melakukan implementasi jaringan *Fast Ethernet* menggunakan *OSPF* dan *EIGRP* di PLN kota Palembang disimpulkan bahwa *EIGRP* dan *OSPF* layak dijadikan *routing protocol* untuk *backbone* jaringan PLN di kota Palembang dengan melihat uji coba transfer file berkecepatan 5688,3 *kbps* untuk *EIGRP* dan 5589,6 *kbps* untuk *OSPF*. (Agung, 2007)

Selain itu implementasi penelitian jaringan menggunakan *Software OPNET* juga telah dilakukan untuk membuat simulasi *EIGRP* dan *OSPF routing protocol* dengan menganalisa konvergensi waktu, variasi paket *delay*, dan *packet loss*. Hasil dari penelitian tersebut adalah *EIGRP* lebih cepat untuk dijadikan *routing* protokol. (Nazrul M, 2010)

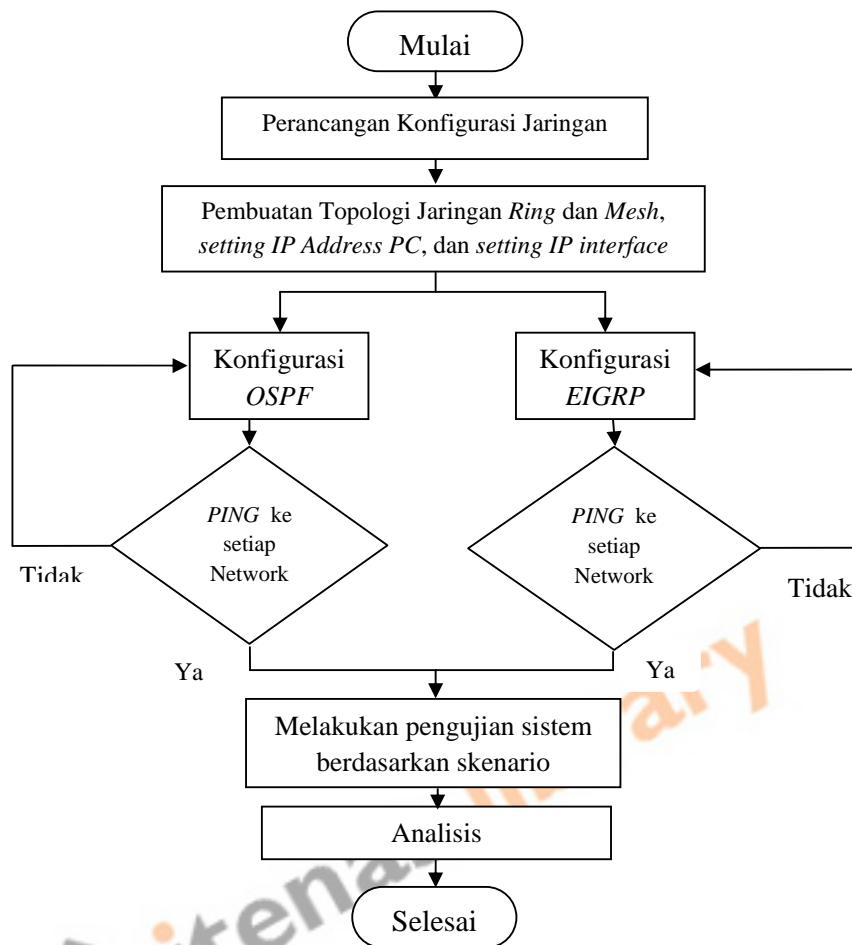
P. Ramya juga telah mengimplementasikan *routing* protokol *OSPF* menggunakan *router CISCO 2800* untuk membandingkannya dengan *routing* protokol *Routing Information Protocol (RIP)*. Hasilnya *OSPF* memberikan beberapa kelebihan yaitu *OSPF* tidak terpengaruhi oleh kelas *IP Address*, *update* data *router* setiap 30 detik, dan dapat dihubungkan dengan semua *routing* protokol. (P. Ramya, 2012)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui topologi yang terbaik pada masing-masing *routing* protokol. Dikarenakan setiap *routing* protokol mempunyai sifat yang berbeda-beda maka dilakukan penelitian menggunakan *routing* protokol *OSPF* dan *EIGRP* yang diuji melalui simulasi menggunakan *software CISCO Packet Tracer 5.3*. Empat buah *router* akan di konfigurasi menggunakan topologi *Ring* dan *Mesh* dengan media kabel *serial* untuk menghubungkan antar *router* dan kabel *Fast Ethernet* jenis *Straight-Through* untuk menghubungkan *router* ke *switch* dan menghubungkan *switch* ke *PC (Personal Computer)*, lalu diuji pengetesan *PING* untuk mengetahui waktu yang ditempuh untuk pengiriman data, *trace route* untuk mengetahui jalur mana saja yang dilewati oleh *packet data*. Pada simulasi ini juga akan diputus salah satu *link* yang biasa dilewati untuk mengetahui jalur mana yang akan dilewati setelah adanya pemutusan *link*. Selain itu juga akan dibandingkan parameter *Metric* dan *Cost* pada simulasi dengan perhitungan rumus untuk mengetahui kebenaran hasil simulasi

2. METODOLOGI

2.1 Perancangan Jaringan

Pada penelitian ini *software* untuk melakukan simulasi menggunakan *Cisco Packet Tracer Versi 5.3*. Dalam penelitian ini dijelaskan cara perancangan sistem dan konfigurasi simulasi komunikasi data dalam jaringan berdasarkan topologi *Ring* dan *Mesh* dengan menggunakan *Routing protocol EIGRP* dan *OSPF*. Gambar 1 merupakan *flowchart* dari uji performansi:

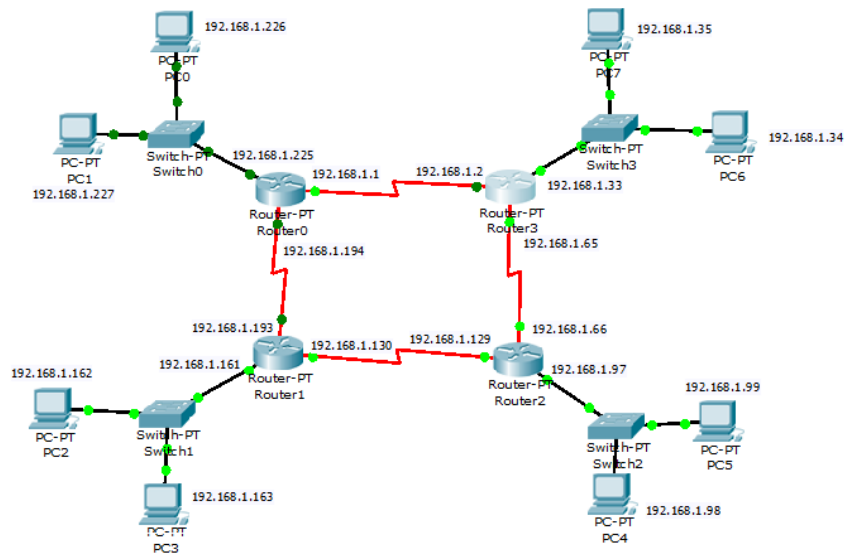


Gambar 1. *Flowchart* perancangan jaringan

Gambar 1 menunjukkan tahapan dalam perancangan dan simulasi kinerja *EIGRP* dan *OSPF* pada topologi *Ring* dan *Mesh*. Simulasi ini dilakukan pada software *Packet Tracer 5.3*. Dimulai dengan mengkonfigurasi jaringan lalu pembuatan topologi jaringan yaitu topologi *Ring* dan topologi *Mesh*, *setting IP Address*, dan *setting IP* pada setiap *interfacenya*. Masing-masing topologi dikonfigurasi oleh *routing* protokol *EIGRP* dan *OSPF*. Setelah melakukan konfigurasi *routing* protokol, pada setiap topologi dan *routing* protokolnya dilakukan tes *PING* ke setiap *PC* yang ada. Setelah berhasil dilakukan pengujian sistem berdasarkan skenario selanjutnya dilakukan analisis.

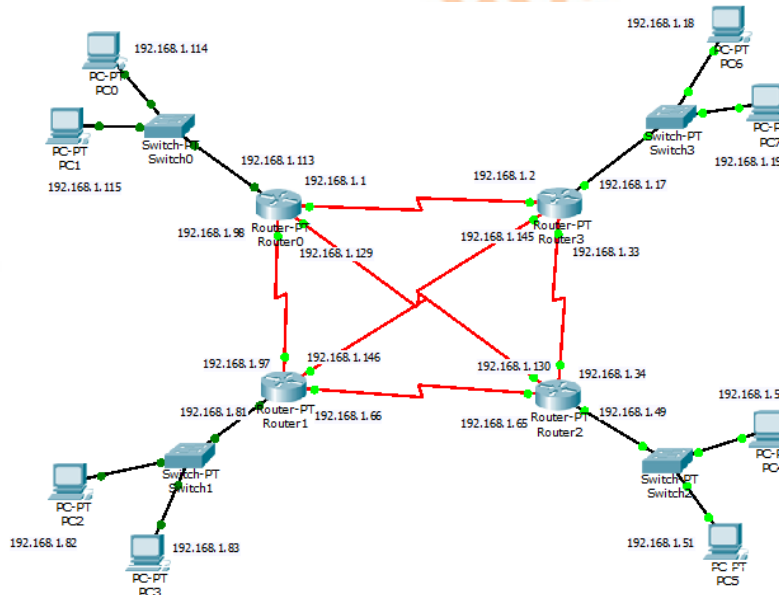
2.2 Topologi Jaringan

Topologi yang digunakan pada simulasi ini adalah topologi *Ring* dan topologi *Mesh* dengan menggunakan masing-masing 4 buah *router*, 4 buah *switch* dan 8 buah *PC* untuk setiap topologi dan *routing* protokol. Gambar 2 berikut merupakan gambar topologi *Ring* yang digunakan untuk *routing* protokol *EIGRP* dan *OSPF*. dalam *routing* tersebut terdapat 4 buah *router*, 4 buah *switch* dan 8 buah *PC* dengan 4 buah kabel serial untuk menghubungkan antar *routemnya*



Gambar 2. Perancangan Topologi Ring

Gambar 3 berikut merupakan gambar topologi Ring yang digunakan untuk *routing* protokol *EIGRP* dan *OSPF*: dalam routing tersebut terdapat 4 buah *router*, 4 buah *switch* dan 8 buah *PC* dengan 6 buah kabel serial untuk menghubungkan antar *router*nya



Gambar 3. Perancangan Topologi Mesh

2.3 Perhitungan IP Address

Pada tahap ini dilakukan *subnetting* berdasarkan banyaknya jaringan yang diperlukan sehingga tidak membuang terlalu banyak *Network Address*. 192.168.1.0 merupakan *Network Address* yang digunakan dalam jaringan ini. Berikut adalah perhitungan *IP Address* berdasarkan teknik *Subnetting IPV4*:

a. Topologi Ring

$2^n \geq x$, n merupakan jumlah biner 1 pada *subnet mask* yang harus ditambahkan agar melebihi atau sama dengan jumlah jaringan yang dibutuhkan sedangkan x adalah jumlah banyaknya *subnet* yang dibutuhkan pada suatu jaringan sehingga persamaannya menjadi:

$$\begin{aligned} 2^n &\geq x \\ 2^n &\geq 8 \\ \text{Jika } n=3 \text{ maka,} \\ 8 &\geq 8 \end{aligned} \tag{1}$$

Dengan menambahkan 3 bit di *subnet mask* 255.255.255.0/24 maka akan sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 1:

$$\begin{array}{cccc} 11111111.11111111.11111111.11100000 & /27 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 255 & . & 255 & . & 255 & . & 224 & /27 \end{array}$$

Jumlah total *host* 256 dikurangi 224 dari jumlah perhitungan diatas menjadi selisih atau *range IP Address* yang bisa digunakan untuk setiap *Subnet*,
 $256 - 224 = 32$

Subnetting menjadi 8 *subnet* dan 29 *Host* baru di setiap *Subnet*-nya menjadi:

Tabel 1. Pembagian Address pada topologi Ring

Nomor Subnet	IP Address yang tersedia	Network Address	Broadcast Address
SN1	192.168.1.0 – 192.168.1.31	192.168.1.0	192.168.1.31
SN2	192.168.1.32 – 192.168.1.63	192.168.1.32	192.168.1.63
SN3	192.168.1.64 – 192.168.1.95	192.168.1.64	192.168.1.95
SN4	192.168.1.96 – 192.168.1.127	192.168.1.96	192.168.1.127
SN5	192.168.1.128 – 192.168.1.159	192.168.1.128	192.168.1.159
SN6	192.168.1.160 – 192.168.1.191	192.168.1.160	192.168.1.191
SN7	192.168.1.192 – 192.168.1.223	192.168.1.192	192.168.1.223
SN8	192.168.1.224 – 192.168.1.255	192.168.1.224	192.168.1.255

b. Topologi Mesh

$$\begin{aligned} 2^n &\geq x \\ 2^n &\geq 10 \\ \text{Jika } n=4 \text{ maka,} \\ 16 &\geq 10 \end{aligned}$$

Dengan menambahkan 3 bit di *subnet mask* 255.255.255.0/24 maka akan menjadi:

$$\begin{array}{cccc} 11111111.11111111.11111111.11100000 & /28 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 255 & . & 255 & . & 255 & . & 240 & /28 \end{array}$$

Jumlah total *host* 256 dikurangi 240 dari jumlah perhitungan diatas menjadi selisih atau *range IP Address* yang bisa digunakan untuk setiap *Subnet*,
 $256 - 240 = 16$

Subnetting menjadi 16 *subnet* dan 14 *Host* baru di setiap *Subnet*-nya menjadi sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 2:

Tabel 2. Pembagian *Address* pada Topologi *Mesh*

Nomor Subnet	<i>IP Address</i> yang tersedia	<i>Network Address</i>	<i>Broadcast Address</i>
SN1	192.168.1.0 – 192.168.1.15	192.168.1.0	192.168.1.15
SN2	192.168.1.16 – 192.168.1.31	192.168.1.16	192.168.1.31
SN3	192.168.1.32 – 192.168.1.47	192.168.1.32	192.168.1.47
SN4	192.168.1.48 – 192.168.1.63	192.168.1.48	192.168.1.63
SN5	192.168.1.64 – 192.168.1.79	192.168.1.64	192.168.1.79
SN6	192.168.1.80 – 192.168.1.95	192.168.1.80	192.168.1.95
SN7	192.168.1.96 – 192.168.1.111	192.168.1.96	192.168.1.111
SN8	192.168.1.112 – 192.168.1.127	192.168.1.112	192.168.1.127
SN9	192.168.1.128 – 192.168.1.143	192.168.1.128	192.168.1.143
SN10	192.168.1.144 – 192.168.1.159	192.168.1.144	192.168.1.159
SN11	192.168.1.160 – 192.168.1.175	192.168.1.160	192.168.1.175
SN12	192.168.1.176 – 192.168.1.191	192.168.1.176	192.168.1.191
SN13	192.168.1.192 – 192.168.1.207	192.168.1.192	192.168.1.207
SN14	192.168.1.208 – 192.168.1.223	192.168.1.208	192.168.1.223
SN15	192.168.1.224 – 192.168.1.239	192.168.1.224	192.168.1.239
SN16	192.168.1.240 – 192.168.1.255	192.168.1.240	192.168.1.255

3. HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

3.1 Skenario Pengujian

Hasil simulasi yang didapatkan dari penelitian ini berdasarkan penggunaan *workspace* dan *realtime simulation* pada *Cisco Packet Tracer 5.3* untuk setiap *routing* protokol.

Skenario pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengamati waktu *delay* pengiriman paket data dari *PC* ke *PC* lain pada saat *traffic* sedang sibuk.
2. Mengamati *trace route* atau jalur yang biasa dilewati paket data saat pengiriman, lalu memutus *link* yang biasa dilewati paket data untuk mengetahui perbedaan rute yang dilewati.

Hasil pengujian pada simulasi ini akan dijelaskan sebagai berikut

3.1.1 Skenario Pertama

Pengujian skenario pertama dilakukan dengan cara pengiriman paket *Internet Control Message Protocol (ICMP)* pada saat *traffic* sedang sibuk sebanyak lima kasus dan setiap kasusnya di ulang sebanyak lima kali percobaan, untuk meningkatkan *traffic* pada jaringan ditambahkan 4 paket *ICMP* dengan kondisi yang sama untuk setiap kasusnya. 5 kasus yang disimulasikan tersebut berlaku untuk topologi *Ring* dan *Mesh*.

Skenario pengiriman data dari *PC* ke *PC* akan ditampilkan dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Skenario pengiriman paket data

Kasus 1		Kasus 2		Kasus 3		Kasus 4		Kasus 5	
Pengirim	Penerima	Pengirim	Penerima	Pengirim	Penerima	Pengirim	Penerima	Pengirim	Penerima
PC 0	PC 5	PC 1	PC 2	PC 2	PC 4	PC 4	PC 7	PC 6	PC 5
PC 1	PC 2	PC 2	PC 4	PC 4	PC 7	PC 6	PC 5	PC 0	PC 5
PC 2	PC 4	PC 4	PC 7	PC 6	PC 5	PC 0	PC 5	PC 1	PC 2
PC 4	PC 7	PC 6	PC 5	PC 0	PC 5	PC 1	PC 2	PC 2	PC 4
PC 6	PC 5	PC 0	PC 5	PC 1	PC 2	PC 2	PC 4	PC 4	PC 7

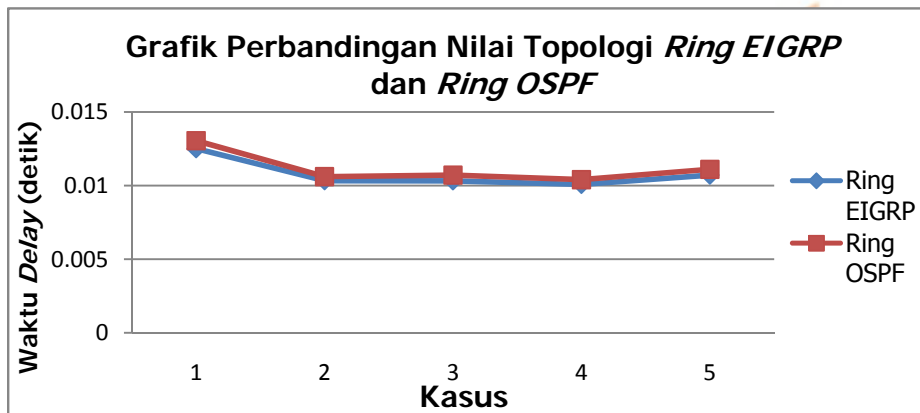
Paket yang diteliti adalah paket yang pertama dalam Tabel 3 atau baris yang berwarna abu-abu. Paket yang lainnya adalah paket yang dikirimkan untuk meningkatkan *traffic* pada jaringan.

Topologi tersebut diuji menggunakan *routing* protokol *EIGRP* dan *OSPF*. *Delay* pada hasil pengamatan ini didapatkan dengan cara membagi dua waktu yang dihasilkan dari simulasi. Berdasarkan Tabel 3 Di atas dapat dibuat grafik perbandingan nilai rata-rata *delay* dengan kasus-kasus digunakan yaitu sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4:

1. Perbandingan *Ring EIGRP* dan *Ring OSPF*

Tabel 4. Nilai Rata-rata *Delay Ring EIGRP* dan *OSPF*

Perbandingan nilai rata-rata <i>delay</i> (detik)					
Topologi dan <i>routing</i> protokol	Kasus				
	1	2	3	4	5
<i>Ring EIGRP</i>	0,012505	0,01033	0,010325	0,01008	0,010715
<i>Ring OSPF</i>	0,01305	0,01061	0,010715	0,010405	0,011105



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Topologi *Ring EIGRP* dan *Ring OSPF*

Jika dirata-ratakan nilai *delay* tiap *routing* protokol untuk setiap kasusnya maka didapatkan:

Topologi *Ring EIGRP*

delay rata – rata Topologi *Ring EIGRP*

$$\frac{0,012505 + 0,01033 + 0,010325 + 0,01008 + 0,010715}{5} = 0,010791 \text{ detik}$$

Topologi *Ring OSPF*

delay rata – rata Topologi *Ring OSPF*

$$\frac{0,01305 + 0,01061 + 0,010715 + 0,010405 + 0,011105}{5} = 0,011177 \text{ detik}$$

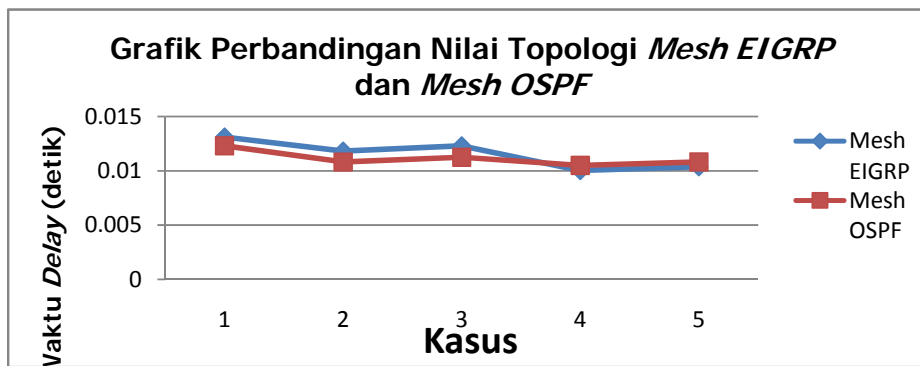
Nilai *Ring EIGRP* lebih baik 0,000386 detik dibandingkan nilai *Ring OSPF*.

2. Perbandingan *Mesh EIGRP* dan *Mesh OSPF*

Tabel 5 menunjukkan nilai rata-rata *delay* dengan kasus-kasus digunakan yaitu sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4:

Tabel 5. Nilai rata-rata *delay Mesh EIGRP* dan *OSPF*

Perbandingan nilai rata-rata <i>delay</i> (detik)					
Topologi dan <i>routing</i> protokol	Kasus				
	1	2	3	4	5
<i>Mesh EIGRP</i>	0,013115	0,01182	0,01231	0,010035	0,01038
<i>Mesh OSPF</i>	0,01231	0,01082	0,01125	0,010505	0,010825

Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Topologi *Mesh EIGRP* dan *Mesh OSPF*

Jika dirata-ratakan nilai *delay* tiap *routing* protokol untuk setiap kasusnya maka:

Mesh EIGRP

delay rata – rata Topologi Mesh EIGRP

$$\frac{0,013115 + 0,01182 + 0,01231 + 0,010035 + 0,01038}{5} = 0,011595 \text{ detik}$$

Mesh OSPF

delay rata – rata Topologi Mesh OSPF

$$\frac{0,01231 + 0,01082 + 0,01125 + 0,010505 + 0,010825}{5} = 0,011142 \text{ detik}$$

Nilai *Mesh EIGRP* lebih baik 0,000453 detik dibandingkan nilai *Mesh OSPF*.

3.1.2 Skenario Kedua

Pengujian skenario kedua ini dilakukan dengan cara melihat *router* yang dilewati paket data sebelum pemutusan *link*, lalu memutuskan beberapa *link* yang dilewati paket tersebut untuk mengetahui perubahan jalur yang dilewati paket data.

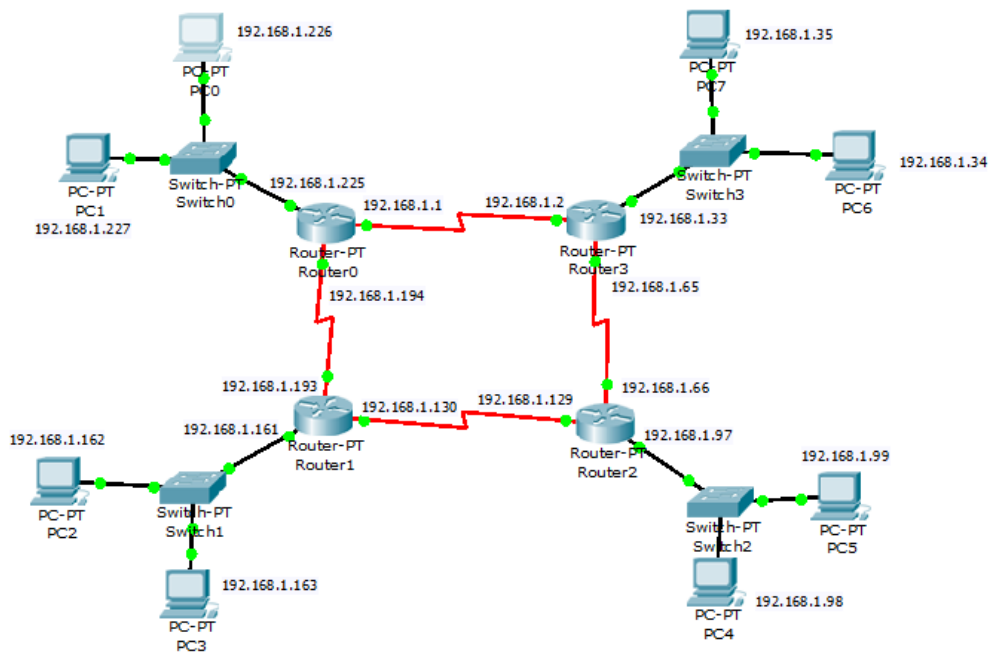
a. Hasil pengujian skenario kedua sebelum pemutusan *link*

1. Topologi *Ring EIGRP*

Jalur yang dilewati oleh paket *ICMP* untuk pengiriman dari *PC 0* ke *PC 5* adalah *PC 0 – Switch 0 – Router 0 – Router 3 – Router 2 – Switch 2 – PC 5*. Hal ini disebabkan karena pemilihan jalur pada *EIGRP* dilakukan oleh parameter nilai *metric* yang berbeda untuk setiap jalurnya. Nilai *Metric* dihitung dari total jalur atau *interface* yang dilewati dari *Router* sumber ke *Router* tujuan dengan persamaan sebagai berikut:

$$metric = 256 * \left(\frac{10^7}{minimum\ bandwidth} + \frac{total\ delay}{10} \right) \quad (2)$$

Penjelasan lebih lanjut tentang nilai *metric* akan dijelaskan pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Rute pengiriman paket dari *Router 0* menuju *Network address* di *Router 2* Topologi *Ring EIGRP*

Dari Gambar 6 diatas dapat dilihat jalur pengiriman paket dari *Network address* di *router 0* menuju *Network address* di *Router 2* via *Router 3* dengan *bandwidth* minimum *100kbps*, *delay interface serial* *20000 μs* dan *delay interface fast ethernet* *100 μs*. Perhitungan nilai *metric*-nya adalah sebagai berikut:

$$metric = 256 * \left(\frac{10^7}{100\ kbps} + \frac{(20000\mu s + 20000\mu s + 100\mu s)}{10} \right) = 26626560$$

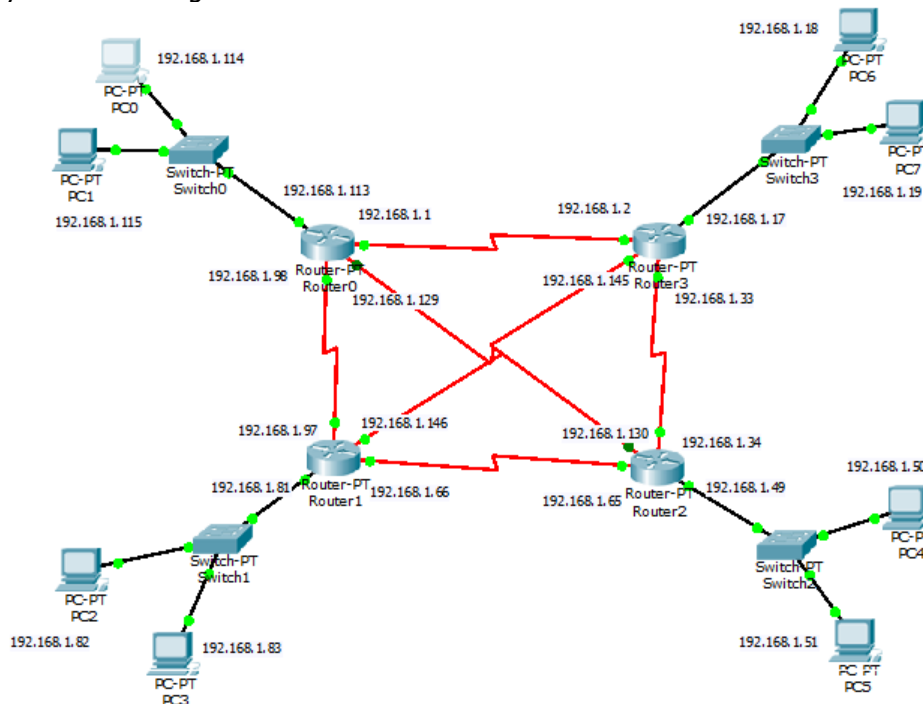
Sedangkan jika pengiriman paket dari *Network address* di *router 0* menuju *Network address* di *router 2* via *Router 1* dengan *bandwidth* minimum *50 kbps*, *delay interface serial* *20000 μs* dan *delay interface fast ethernet* *100 μs*. Perhitungan nilai *metric*-nya adalah sebagai berikut:

$$metric = 256 * \left(\frac{10^7}{50 \text{ kbps}} + \frac{(20000\mu\text{s} + 20000\mu\text{s} + 100\mu\text{s})}{10} \right) = 52226560$$

Dari perhitungan *metric* tersebut dapat dibuktikan bahwa paket data akan melewati nilai *metric* 26626560 yang terkecil untuk mencapai ke tujuan dibandingkan melewati nilai *metric* yang 52226560 yang lebih besar daripada *metric* yang lainnya.

2. Topologi Mesh EIGRP

Jalur yang dilewati oleh paket ICMP untuk pengiriman dari PC 0 ke PC 5 adalah tersebut adalah PC 0 – Switch 0 – Router 0 – Router 3 – Router 2 – Switch 2 – PC 5. Perhitungan nilai *metric*-nya adalah sebagaimana Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Rute pengiriman paket dari Router 0 menuju Network address di Router 2 Topologi Mesh EIGRP

Dari Gambar 7 diatas dapat dilihat jalur pengiriman paket dari Network address di router 0 menuju Network address di router 2 via Router 3 dengan *bandwidth* minimum 100kbps, *delay interface serial* 20000 μs dan *delay interface fast ethernet* 100 μs . Perhitungan nilai *metric*-nya adalah sebagai berikut:

$$metric = 256 * \left(\frac{10^7}{100 \text{ kbps}} + \frac{(20000\mu\text{s} + 20000\mu\text{s} + 100\mu\text{s})}{10} \right) = 26626560$$

Sedangkan jika pengiriman paket dari Network address di router 0 menuju Network address di router 2 via Router 1 dengan *bandwidth* minimum 25 kbps, *delay interface serial* 20000 μs dan *delay interface fast ethernet* 100 μs . Perhitungan nilai *metric*-nya adalah sebagai berikut:

$$metric = 256 * \left(\frac{10^7}{25 \text{ kbps}} + \frac{(20000\mu\text{s} + 20000\mu\text{s} + 100\mu\text{s})}{10} \right) = 103426560$$

Jika pengiriman paket dari *Network address* di *router 0* langsung menuju *Network address* di *router 2* dengan *bandwidth* minimum 50 *kbps*, *delay interface serial* 20000 μ s dan *delay interface fast ethernet* 100 μ s. Perhitungan nilai *metric*-nya adalah sebagai berikut

$$metric = 256 * \left(\frac{10^7}{50 \text{ kbps}} + \frac{(20000\mu\text{s} + 100\mu\text{s})}{10} \right) = 51714560$$

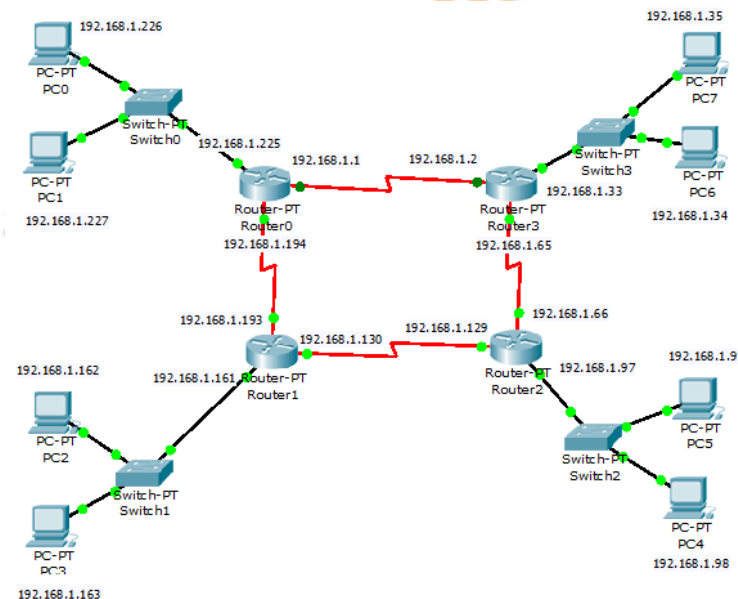
Dari perhitungan *metric* tersebut dapat dibuktikan bahwa paket data akan melewati nilai *metric* 26626560 yang terkecil untuk mencapai ke tujuan dibandingkan melewati nilai *metric* 51714560 dan 103426560 yang lebih besar.

3. Topologi *Ring OSPF*

Jalur yang dilewati oleh paket *ICMP* untuk pengiriman dari *PC0* ke *PC 5* adalah tersebut adalah *PC 0 – Switch 0 – Router 0 – Router 3 – Router 2 – Switch 2 – PC 5*. Hal ini disebabkan karena pemilihan jalur pada *OSPF* dilakukan parameter oleh nilai *Cost* yang berbeda untuk setiap masing-masing jalurnya, nilai *Cost* dihitung dari masing-masing atau *interface* yang dilewati dari *Router* sumber ke *Router* tujuan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Cost = \frac{100 \text{ Mbps}}{Bandwidth} \quad (3)$$

Penjelasan lebih lanjut tentang perhitungan *Cost* akan dijelaskan pada Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Rute pengiriman paket dari *Router 0* menuju *Router 2* Topologi *Ring OSPF*

Dari Gambar 8 di atas dapat dilihat jalur pengiriman paket dari *Network address* di *router 0* menuju *Network address* di *router 2* via *Router 3* dengan *bandwidth* masing-masing 100*kbps*, perhitungan nilai *Cost*-nya adalah sebagai berikut:

$$Cost (total) = \frac{100 \text{ Mbps}}{100 \text{ kbps}} + \frac{100 \text{ Mbps}}{100 \text{ kbps}} + \frac{100 \text{ Mbps}}{100 \text{ Mbps}} = 2001$$

Jadi *cost interface* menuju *Router 2* adalah 2001 jika hal ini dapat dibuktikan pada *cost* hasil simulasi dengan mengetikan "*show ip route*" yang hasilnya sebagai mana Gaambar 9 berikut:

```
O 192.168.1.96 [110/2001] via 192.168.1.2, 00:00:20, Serial2/0
```

Gambar 9. Nilai *Cost interface* dari *interface 192.168.1.1* ke *interface 192.168.1.97* via *Router 3* simulasi *Ring OSPF*

Sedangkan jika pengiriman paket dari *Network address* di *Router 0* menuju *Network address* di *router 2* via *Router 1* dengan *bandwidth* masing-masing *interface 50 kbps*, perhitungan nilai *cost*-nya adalah sebagai berikut:

$$Cost (total) = \frac{100 Mbps}{50 kbps} + \frac{100 Mbps}{50 kbps} + \frac{100 Mbps}{100 mbps} = 4001$$

Jadi *cost interface* menuju *Router 2* adalah 4001 hal ini dapat dibuktikan pada *cost* hasil simulasi dengan mengetikan "*show ip route*" yang hasilnya sebagaimana Gambar 10 berikut:

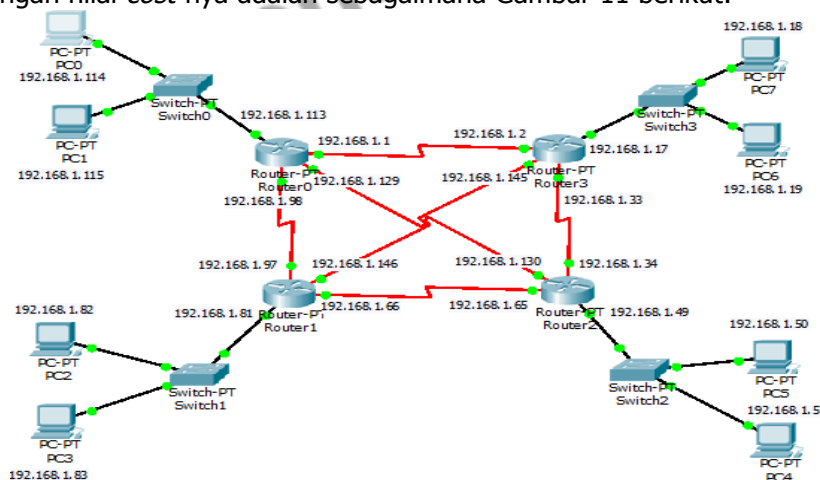
```
O 192.168.1.96 [110/4001] via 192.168.1.193, 00:00:00, Serial3/0
```

Gambar 10. Nilai *Cost interface* dari *interface 192.168.1.194* ke *interface 192.168.1.97* via *Router 1* simulasi *Ring OSPF*

Dari perhitungan *Cost* tersebut dapat dibuktikan bahwa paket data akan melewati nilai *Cost* yang terkecil yaitu 2001 untuk mencapai ke tujuan daripada melewati *cost* yang lebih besar yang bernilai 4001.

4. Topologi *Mesh OSPF*

Jalur yang dilewati oleh paket *ICMP* untuk pengiriman dari *PC 0* ke *PC 5* adalah tersebut adalah *PC 0 – Switch 0 – Router 0 – (Router 3 – Router 2) | (Router 2) – Switch 2 – PC 5* Perhitungan nilai *cost*-nya adalah sebagaimana Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Rute pengiriman paket dari *Router 0* menuju *Network address* di *Router 2* Topologi *Mesh OSPF*

Dari Gambar 11 diatas dapat dilihat jalur pengiriman paket dari *Network address* di *router 0* menuju *Network address* di *router 2* via *Router 3* dengan *bandwidth* masing-masing 100 *kbps*, perhitungan nilai *Cost*-nya adalah sebagai berikut:

$$Cost (total) = \frac{100 Mbps}{100 kbps} + \frac{100 Mbps}{100 kbps} + \frac{100 Mbps}{100 Mbps} = 2001$$

Jadi *cost interface* menuju Router 2 adalah 2001 hal ini dapat dibuktikan pada *cost* hasil simulasi dengan mengetikan "*show ip route*" yang hasilnya sebagaimana Gambar 12 berikut:

```
O 192.168.1.48 [110/2001] via 192.168.1.130, 00:03:33, Serial16/0
```

Gambar 12. Nilai *Cost interface* 192.168.1.1 ke interface 192.168.1.49 via Router 3 dari simulasi Mesh OSPF

Sedangkan jika pengiriman paket dari *Network address* di router 0 menuju *Network address* di router 2 via Router 1 dengan *bandwidth* masing-masing *interface* 25 kbps, perhitungan nilai *cost*-nya adalah sebagai berikut:

$$Cost (total) = \frac{100 Mbps}{25 kbps} + \frac{100 Mbps}{25 kbps} + \frac{100 Mbps}{100 Mbps} = 8001$$

Jadi *cost interface* menuju Router 2 adalah hal ini dapat dibuktikan pada *cost* hasil simulasi dengan mengetikan "*show ip route*" yang hasilnya sebagaimana Gambar 13 berikut:

```
O 192.168.1.48 [110/8001] via 192.168.1.97, 00:00:28, Serial13/0
```

Gambar 13. Nilai *Cost Cost interface* 192.168.1.98 ke interface 192.168.1.49 via Router 1 dari simulasi Mesh OSPF

Jika pengiriman paket dari *Network address* di router 0 langsung menuju *Network address* di router 2 dengan *bandwidth* 50 kbps, perhitungan nilai *cost*-nya adalah sebagai berikut:

$$Cost (total) = \frac{100 Mbps}{50 kbps} + \frac{100 Mbps}{100 Mbps} = 2001$$

Jadi *cost interface* menuju Router 2 adalah 2001 hal ini dapat dibuktikan pada *cost* hasil simulasi dengan mengetikan "*show ip route*" yang hasilnya sebagaimana Gambar 14 berikut:

```
O 192.168.1.48 [110/2001] via 192.168.1.130, 00:00:39, Serial16/0
```

Gambar 14. Nilai *Cost Cost interface* 192.168.1.129 ke interface 192.168.1.49 dari simulasi Mesh OSPF

Dari perhitungan *Cost* tersebut dapat dibuktikan bahwa paket data akan melewati nilai *Cost* yang terkecil yaitu 2001 untuk mencapai ke tujuan daripada melewati *cost* yang lebih besar yang bernilai 4001. Pada percobaan *OSPF Mesh* ini terdapat 2 *link* dengan *cost* yang sama yaitu 2001 karena *OSPF* bersifat *link state* sehingga *OSPF* dapat memilih salah satu diantara keduanya, jalur yang dipilih tidak tetap diantara kedua *link* tersebut.

b. Hasil pengujian skenario kedua setelah pemutusan *link*

Setelah mengetahui jalur yang dilewati paket data *ICMP* pada perintah *PING* lalu jalur yang biasa dilewati diputus untuk mengetahui Jalur *backup* yang dimiliki masing-masing *Routing* protokol pada setiap topologi. Jalur yang diputus adalah Jalur yang menghubungkan antara Router 0 ke Router 3. Hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Topologi Ring EIGRP

Setelah *link* diputuskan rute yang dilewati dari PC 0 ke PC 5 adalah PC 0 – Switch 0 – Router 0 – Router 1 – Router 2 – Switch 2 – PC 5. Paket data akan melewati nilai *metric* 52226560. hal ini sesuai dengan hasil perhitungan *metric* sebelumnya.

2. Topologi Mesh EIGRP

Setelah *link* diputuskan rute yang dilewati dari PC 0 ke PC 5 adalah PC 0 – Switch 0 – Router 0 – Router 2 – Switch 2 – PC 5. Paket data akan melewati nilai *metric* kedua terkecil dan juga *link* terpendek dari seluruh *link* yang ada yaitu 51714560. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan *metric* sebelumnya dimana paket data tidak akan melewati *metric* yang lebih besar yaitu 103426560.

3. Topologi Ring OSPF

Setelah link diputuskan rute yang dilewati dari PC 0 ke PC 5 adalah PC 0 – Switch 0 – Router 0 – Router 1 – Router 2 – Switch 2 – PC 5. Paket data akan melewati nilai *cost* 4001. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan *cost* sebelumnya.

4. Topologi Mesh OSPF

Setelah link diputuskan rute yang dilewati dari PC 0 ke PC 5 adalah tetap yaitu PC 0 – Switch 0 – Router 0 – Router 2 – Switch 2 – PC 5. Paket data akan melewati nilai *cost* kedua terkecil dan juga link terpendek dari seluruh link yang ada yaitu 2001. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan *cost* sebelumnya dimana paket data tidak akan melewati *cost* yang lebih besar yaitu 4001.

3.1.3 Waktu Konvergensi

Pada skenario ketiga ini akan diteliti waktu konvergensi yaitu waktu untuk setiap *router* mendapatkan informasi dari *router* yang lain dan siap untuk mengirimkan paket data.

a. Waktu konvergensi Topologi Ring EIGRP

Untuk mengetahui waktu konvergensi Ring EIGRP dapat dilakukan dengan cara perintah "show ip EIGRP neighbors" pada CLI Command di setiap *router*nya yang hasilnya seperti Gambar 15 berikut:

H	Address	Interface	Hold Uptime (sec)	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
0	192.168.1.2	Se3/0	11 00:07:20	40	1000	0	15
1	192.168.1.193	Se2/0	13 00:07:18	40	1000	0	15

Gambar 15. Waktu konvergensi hasil simulasi Topologi Ring EIGRP

Pada Gambar 19. dapat dilihat di kolom *Hold (sec)* dimana kolom tersebut menunjukkan *Hold time* pada *router* untuk menunggu packet Hello dari *router* yang lain waktu inilah yang mendasari waktu konvergensi di setiap *router*nya dimana *Hello interval* secara default yaitu 5 detik dan *Hold/Dead interval* secara default yaitu 15 detik. Sehingga waktu rata-rata konvergensi untuk setiap *router* adalah:

$$\text{Waktu Konvergensi Rata - rata} = \frac{13 + 13 + 11 + 14}{4} = 12,75 \text{ detik}$$

b. Waktu konvergensi Topologi Mesh EIGRP

Untuk mengetahui waktu konvergensi Mesh EIGRP dapat dilakukan dengan cara perintah "show ip EIGRP neighbors" pada CLI Command di setiap *router*nya yang hasilnya seperti berikut:

$$\text{Waktu Konvergensi Rata - rata} = \frac{14 + 14 + 13 + 11}{4} = 13 \text{ detik}$$

c. Waktu konvergensi Topologi Ring OSPF

Untuk mengetahui waktu konvergensi Ring OSPF dapat dilakukan dengan cara perintah "show ip OSPF neighbors" pada CLI Command di setiap *router*nya yang hasilnya seperti berikut:

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
3.3.3.3	0	FULL/ -	00:00:31	192.168.1.2	Serial2/0
1.1.1.1	0	FULL/ -	00:00:32	192.168.1.193	Serial3/0

Gambar 16. Waktu konvergensi hasil simulasi Topologi Ring OSPF

Pada Gambar 16. Dapat dilihat di kolom *Dead Time* dimana kolom tersebut menunjukkan *Dead Time* pada *router* untuk menunggu packet Hello dari *router* yang lain waktu inilah yang mendasari waktu konvergensi di setiap *router*nya dimana *Hello interval* secara default yaitu 10 detik dan *Hold/Dead interval* secara

default yaitu 40 detik. Sehingga waktu rata-rata konvergensi untuk setiap *router* adalah:

$$\text{Waktu Konvergensi Rata - rata} = \frac{32 + 32 + 36 + 38}{4} = 34,5 \text{ detik}$$

d. Waktu konvergensi Topologi *Mesh OSPF*

Untuk mengetahui waktu konvergensi *Ring OSPF* dapat dilakukan dengan cara perintah "show ip *OSPF* neighbors" pada *CLI Command* di setiap *router*nya yang hasilnya seperti berikut:

$$\text{Waktu Konvergensi Rata - rata} = \frac{32 + 36 + 39 + 34}{4} = 35,25 \text{ detik}$$

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian jaringan topologi *Ring* dan *Mesh* pada routing protokol *EIGRP* dan *OSPF* diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Pada pengujian topologi *Ring* nilai delay total *EIGRP* lebih baik 386µ detik dibandingkan nilai delay pada *OSPF*.
- Pada pengujian topologi *Mesh* nilai delay total *OSPF* lebih baik 453µ detik dibandingkan nilai delay pada *EIGRP*.
- Untuk topologi *Mesh*, *OSPF* bekerja lebih baik karena dapat memilih hop terpendek dibandingkan dengan *EIGRP* pada bandwidth yang sama hal ini dikarenakan perhitungan nilai *Cost* yang lebih sederhana dibandingkan perhitungan nilai *metric EIGRP*.
- OSPF* bersifat *link state* sehingga pada nilai *Cost* yang sama paket akan dikirimkan tidak selalu pada rute terpendek tapi juga rute terpanjang.
- Waktu konvergensi Rata-rata pada Topologi *Ring EIGRP* adalah 12,75 detik dan pada Topologi *Ring OSPF* adalah 34,5 detik.
- Waktu konvergensi Rata-rata pada Topologi *Mesh EIGRP* adalah 13 detik dan pada Topologi *Mesh OSPF* adalah 35,25 detik.
- Waktu *dead interval EIGRP* adalah 15 detik sedangkan *OSPF* adalah 40 detik sehingga waktu konvergensi *EIGRP* lebih cepat dibandingkan *OSPF*.

DAFTAR RUJUKAN

- Sofana, Iwan. (2012). *CISCO CCNP dan Jaringan Komputer (Materi Route, Switch, & Troubleshooting)*. Bandung: Informatika.
- Dwipa Rosada, Ferdian. (2011). Simulasi Komunikasi Data Pada Jaringan *Ethernet* berdasarkan *Spanning-Tree Protocol (STP)* menggunakan *Cisco Packet Tracer 5.3*. Bandung: ITENAS.
- Adi Purwanto, Agung. (2007). Perancangan dan Simulasi Jaringan Fast Ethernet dengan Menggunakan Routing Protocol *OSPF* dan *EIGRP*. Depok: Universitas Indonesia.
- Nazrul, Muhammad. (2010). *Simulation-Based Comparative Study of EIGRP and OSPF for Real-Time Applications*. Karlskorna: Blekinge Institute of Technology.
- P, Ramya. (2012). *Implementing OSPF Protocol In CISCO 2800 Series Router*. Coimbatore: International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJIET) Vol 1. SNS College Of Engineering.
- Sofana, Iwan. (2010). *CISCO CCNA & Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.