

Perancangan dan Analisis Perbandingan Implementasi OSPF pada Jaringan IPv4 dan IPv6

PAULINE RAHMIATI, DWI ARYANTA, TAUFIQ AGUNG PRIYADI

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email : paulinebangun@gmail.com

ABSTRAK

OSPF (Open Shortest Path First) adalah suatu routing protokol bersifat terbuka dan didukung oleh berbagai perangkat network. IPv4 telah mencapai batas maksimum dalam jumlah alamat sehingga IPv6 merupakan solusi dalam hal tersebut. Seperti IPv4, IPv6 juga sudah mulai diimplementasikan untuk routing protokol OSPF, oleh karena itu pada penelitian ini akan dirancang suatu routing protokol OSPF IPv6 dan sebagai bahan perbandingan akan dibandingkan dengan OSPF IPv4. Software Cisco Packet Tracer 5.3 digunakan untuk mensimulasikan perancangan jaringan yang dibuat. Pada penelitian ini akan dibandingkan 2 buah jaringan berbasis routing protokol OSPF, yaitu OSPF untuk IPv4 dan IPv6. Skenario pertama dilakukan 100 kali dalam 5 kasus untuk mengetahui nilai delay OSPF IPv4 dan OSPF IPv6. Skenario kedua dilakukan pemutusan link dilakukan sebanyak 30 kali, hal yang dilihat dari pengujian ini adalah hasil trace route dari cost yang ada. Skenario ketiga dilakukan dengan mengamati waktu konvergensi dari OSPF IPv4 dan IPv6. Secara keseluruhan nilai delay OSPF IPv6 lebih kecil dibandingkan dengan OSPF IPv4 sebesar 3-6%, Trace route dan nilai cost pada OSPF IPv6 dan OSPF IPv4 sama tetapi nilai delay OSPF IPv6 lebih kecil sebesar 3-6% dan waktu konvergensi OSPF IPv4 bernilai sama dengan OSPF IPv6 yaitu 10 detik.

Kata kunci: OSPF, IPv4, Ipv6, delay, konvergensi

ABSTRACT

OSPF (Open Shortest Path First) is a routing protocol that opened and supported by a wide range of network devices. IPv4 has reached the maximum limit on the number of addresses that IPv6 are a solution in this case. Same as IPv4, IPv6 also has begun to be implemented for the OSPF routing protocol, therefore this study would design an IPv6 OSPF routing protocol and as a comparison will be compared to IPv4 OSPF. Cisco Packet Tracer 5.3 software was used to simulate the made network design. This research would compare two pieces of network-based routing protocol OSPF, OSPF for IPv4 and IPv6. The first scenario was done 100 times in of 5 cases to determine the value of delay OSPF OSPF IPv4 and IPv6. The second scenario was carried out link terminations 30 times, it was seen from the tests was the result of trace route from the existing cost. The third scenario was done by observed at the convergence time of OSPF IPv4 and IPv6. The overall delay value OSPF IPv6 better than IPv4 OSPF by 3-6%, the trace route and the OSPF cost value of IPv6 and IPv4 OSPF were same but delay OSPF IPv6 was better 3-6% and convergence time was the same as IPv4 OSPF OSPF IPv6 as 10 seconds.

Keywords: OSPF, IPv4, IPv6, delay, convergence

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan komputer dewasa ini sangat pesat seiring dengan banyaknya kebutuhan masyarakat terhadap jaringan komputer. Pada suatu sistem jaringan komputer terdapat suatu protokol yang digunakan untuk mengatur alamat-alamat dari setiap komputer yang terkoneksi. Tujuannya adalah untuk mengatur komunikasi antara satu komputer dengan komputer lainnya.

Internet Protocol (IP) yang sering digunakan adalah IPv4 (*Internet Protocol Version 4*). Seiring dengan perkembangan zaman IPv4 mengalami masalah, terutama keterbatasan alamat IPv4 yang hanya dapat menampung 4,3 miliar pengguna, sedangkan pengguna internet semakin tahun melonjak naik. Maka dari itu kemudian dirancang *sebuah Internet Protocol Next Generation* atau yang biasa disebut dengan *Internet Protocol Version 6* (IPv6) yang bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut. **(Iwan, 2012)**

IPv6 diharapkan dapat mengatasi masalah terbatasnya jumlah alamat yang tersedia oleh IPv4. IPv6 mempunyai jumlah alamat lebih banyak dibandingkan dengan IPv4 yaitu 2^{128} alamat. IPv6 juga memiliki routing protokol yang sama dengan IPv4 salah satunya adalah OSPF. OSPF adalah suatu routing protokol yang didesain sebagai pengganti dari RIP (*Routing Information Protocol*). **(Heriyanto, 2010)**

OSPF adalah suatu routing protokol *Link State* (LS) yang bersifat terbuka atau didukung berbagai perangkat jaringan. OSPF dapat melakukan konvergensi secara cepat dan dapat menentukan jalur terbaik berdasarkan nilai *cost* yang diberikan. OSPF melakukan *update routing* secara berkala sehingga ketika ada kesalahan atau kerusakan pada jaringan, OSPF akan menentukan jalur lain sebagai jalur cadangan. **(Iwan, 2012)**

Imas merancang sebuah penelitian berjudul analisa QoS pada jaringan MPLS IPv6 berbasis routing OSPF. Penelitian pertama ini membandingkan IPv6 pada MPLS dan OSPF pada topologi yang dibuat. Topologi tersebut terdapat 3 router yang masing-masing routernya berhubungan dengan router lainnya untuk menghubungkan 2 PC berbeda. Kesimpulan akhirnya adalah *delay* pada MPLS lebih besar dari OSPF. Penelitian ini akan dilakukan sebuah penelitian untuk membandingkan OSPF pada IPv6 dan IPv4. **(Imas dkk, 2012)**

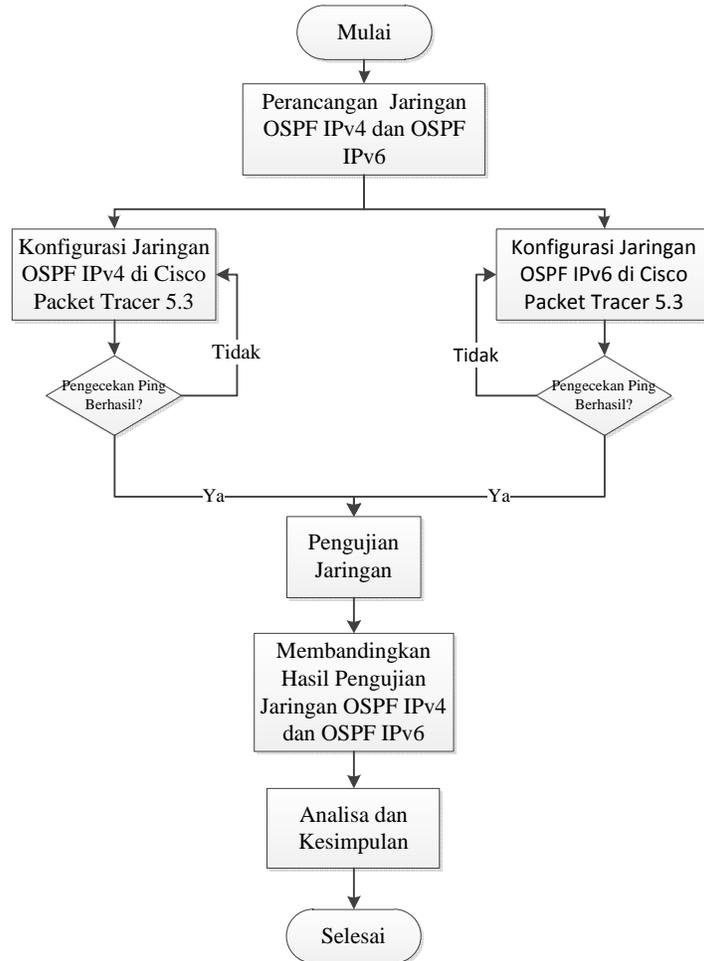
Amrulloh meneliti tentang analisa perbandingan routing protokol OSPFv3 (*Open Shortest Path First Version 3*) dan EIGRPv6 pada jaringan IPv6. Penelitian kedua ini membandingkan routing protokol OSPFv3 dan EIGRPv6 pada jaringan IPv6 dengan topologi yang dibuat. Topologi yang dibuat terdapat 7 router dengan 2 router sebagai router loopback. *Software* yang digunakan untuk simulasi adalah software GNS3. Salah satu kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah migrasi alamat IPv4 menuju alamat IPv6, yang merupakan solusi mengenai menipisnya alamat IPv4 karena kapasitas IPv6 lebih besar. Penelitian OSPF pada IPv4 dan IPv6 untuk melihat nilai delay kedua internet protokol tersebut. Selain itu digunakan juga area-area pada routing protokol OSPF agar kinerja routing semakin lebih baik. **(Amrulloh, 2011)**

Dalam penelitian ini akan dirancang dan disimulasikan mengenai routing protokol OSPF untuk IPv4 dan OSPF untuk IPv6 yang kemudian dibandingkan untuk dilihat nilai delay, *trace route* dan waktu konvergensinya antara OSPF IPv4 dan IPv6. Router yang dipakai dalam simulasi ini sebanyak 8 buah untuk PC 10 buah dan switch sebanyak 5 buah.

2. RANCANGAN DAN PERBANDINGAN

2.1 Layout

Perancangan sistem jaringan memerlukan pemilihan beberapa perangkat yang ada dalam *software*. Perangkat tersebut juga harus mendukung *teknologi internet protocol next generation*. Gamabr 1 ini adalah *flowchart* dari penelitian ini:

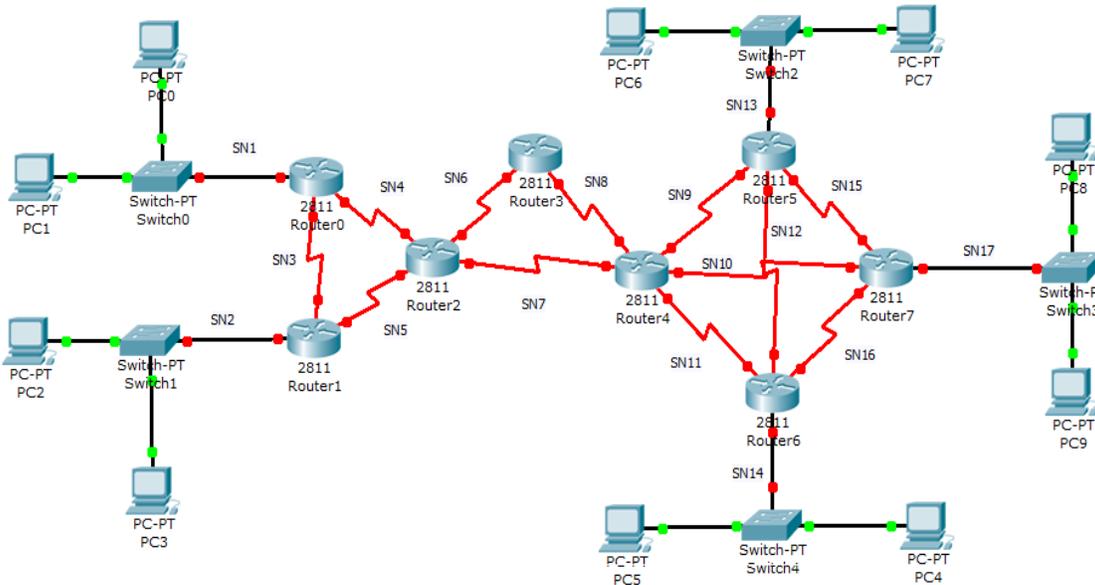


Gambar 1. Flowchart perancangan sistem jaringan

Gambar 1 menunjukkan tahapan dalam perancangan dan simulasi penelitian ini. Setelah memulai penelitian hal selanjutnya adalah merancang jaringan OSPF pada IPv4 dan OSPF pada IPv6 seperti jumlah jaringan yang ada, alamat setiap *subnet* yang dibuat dan lain-lain. Kemudian dilanjutkan mengkonfigurasi OSPF IPv4 dan OSPF IPv6 pada *software Cisco Packet Tracer 5.3 sesuai dengan perancangan awal*. Setelah konfigurasi dilakukan pengecekan PING kedua jaringan. Setelah pengecekan PING dan tidak ditemukan kesalahan, maka dilanjutkan dengan pengujian jaringan. Setelah diuji, hal selanjutnya adalah membandingkan hasil pengujian dari 2 jaringan tersebut dan menganalisis serta menyimpulkan hasil pengujian yang telah didapat.

2.2 Topologi Jaringan

Adapun perencanaan topologi jaringan yang dibuat ada pada Gambar 2:



Gambar 2. Perancangan Topologi Jaringan

Gambar 2 menunjukkan tentang topologi yang dirancang pada jaringan OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6. Router yang dibutuhkan merupakan router 2811 karena router tersebut mendukung IPv4 dan IPv6. Jumlah router yang dibutuhkan ada 8 buah sedangkan untuk jumlah switch 5 buah dan jumlah PC 10 buah. Jumlah jaringan yang dibutuhkan ada 17 jaringan atau 17 *subnet* karena dalam Penelitian ini digunakan teknik *subnetting*. SN1, SN2, SN3, SN4 dan SN5 pada gambar 2 merupakan area 1. SN6, SN7 dan SN8 merupakan area 0. SN9, SN10, SN11, SN12, SN13, SN14, SN15, SN16 dan SN17 merupakan area 2

2.3 Subnetting

Teknik *subnetting* pada IPv4 dan IPv6 berbeda, IPv6 memiliki jumlah bit yang lebih banyak sehingga alamatnya akan berbeda. IPv4 dan IPv6 menggunakan jumlah jaringan yang sama yaitu 17 jaringan untuk memenuhi jumlah jaringan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$2^n \geq x \quad (1)$$

Dimana n adalah jumlah bit yang ditambahkan sedangkan x adalah jumlah jaringan. n yang dibutuhkan adalah 5 sehingga maksimal *subnet* menjadi 32 *subnet*. 15 jaringan tidak akan dipakai untuk perancangan ini untuk IPv4 maupun IPv6. Tabel 1 merupakan tabel *subnetting* pada IPv4:

Tabel 1. Tabel *Subnetting IPv4*

Nama Subnet	IP yang tersedia	Network Address	Broadcast Address
SN 1	192.168.1.0 - 192.168.1.7	192.168.1.0	192.168.1.7
SN 2	192.168.1.8 - 192.168.1.15	192.168.1.8	192.168.1.15
SN 3	192.168.1.16 - 192.168.1.23	192.168.1.16	192.168.1.23
SN 4	192.168.1.24 - 192.168.1.31	192.168.1.24	192.168.1.31
SN 5	192.168.1.32 - 192.168.1.39	192.168.1.32	192.168.1.39
SN 6	192.168.1.40 - 192.168.1.47	192.168.1.40	192.168.1.47
SN 7	192.168.1.48 - 192.168.1.55	192.168.1.48	192.168.1.55
SN 8	192.168.1.56 - 192.168.1.63	192.168.1.56	192.168.1.63
SN 9	192.168.1.64 - 192.168.1.71	192.168.1.64	192.168.1.71
SN 10	192.168.1.72 - 192.168.1.79	192.168.1.72	192.168.1.79
SN 11	192.168.1.80 - 192.168.1.87	192.168.1.80	192.168.1.87
SN 12	192.168.1.88 - 192.168.1.95	192.168.1.88	192.168.1.95
SN 13	192.168.1.96 - 192.168.1.103	192.168.1.96	192.168.1.103
SN 14	192.168.1.104 - 192.168.1.111	192.168.1.104	192.168.1.111
SN 15	192.168.1.112 - 192.168.1.119	192.168.1.112	192.168.1.119
SN 16	192.168.1.120 - 192.168.1.127	192.168.1.120	192.168.1.127
SN 17	192.168.1.128 - 192.168.1.135	192.168.1.128	192.168.1.135

Setiap *subnet* menyediakan IP sebanyak 8 buah alamat IP. Akan tetapi 2 IP di setiap *subnet* dipakai untuk *network* dan broadcast address, maka IP yang tersedia untuk host setiap *subnet* adalah 6 buah IP.

Tabel 2 berikut ini merupakan subnetting pada IPv6:

Tabel 2. Tabel *Subnetting IPv6*

Nama Subnet	IPv6 Subnet	Nama Subnet	IPv6 Subnet
SN 1	2001:DB8:1234:3200::/61	SN 10	2001:DB8:1234:3248::/61
SN 2	2001:DB8:1234:3208::/61	SN 11	2001:DB8:1234:3250::/61
SN 3	2001:DB8:1234:3210::/61	SN 12	2001:DB8:1234:3258::/61
SN 4	2001:DB8:1234:3218::/61	SN 13	2001:DB8:1234:3260::/61
SN 5	2001:DB8:1234:3220::/61	SN 14	2001:DB8:1234:3268::/61
SN 6	2001:DB8:1234:3228::/61	SN 15	2001:DB8:1234:3270::/61
SN 7	2001:DB8:1234:3230::/61	SN 16	2001:DB8:1234:3278::/61
SN 8	2001:DB8:1234:3238::/61	SN 17	2001:DB8:1234:3280::/61
SN 9	2001:DB8:1234:3240::/61		

Berbeda dengan IPv4 yang hanya bisa menampung 6 host dalam 1 *subnet*, IPv6 memiliki 2^{64} alamat setiap *subnet* yang ada, karena 64 bit terakhir dikhususkan untuk interface-ID.

(Iwan, 2012)

3. PENGUJIAN DAN HASIL PEMBAHASAN

3.1 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengiriman paket antara beberapa PC ke PC lainya pada saat *traffic* sedang sibuk. Pemutusan jaringan saat *traffic* sedang sibuk dan waktu konvergensi ketika ada penambahan jaringan. Pengujian ini dilakukan untuk OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6. Berikut skenario yang digunakan dalam pengujian performasi ini:

3.1.1 Skenario Pertama

Pengujian skenario pertama dilakukan dengan melakukan pengiriman paket ICMP atau PING pada saat *traffic* sedang sibuk selama lima kasus dan setiap kasus dilakukan 100 kali pengiriman, kemudian diambil rata-rata *delay* pada setiap kasus. Lima kasus yang akan disimulasikan adalah:

1. Pengiriman paket antara area yang berbeda (dari area 1 menuju area 2).
2. Pengiriman paket antar 1 area (pada area 2).
3. Pengiriman paket antar 1 area (pada area 1).
4. Pengiriman paket antara area yang berbeda (dari area 2 menuju area 1).
5. Pengiriman ketika penerima menerima beberapa paket (pada area 2).

Tabel 3 merupakan paket-paket yang dikirim:

Tabel 3. Tabel Kasus Skenario 1

	Pengirim	Penerima		Pengirim	Penerima		Pengirim	Penerima
Kasus 1	PC0*	PC4*	Kasus 3	PC2*	PC0*	Kasus 5	PC7*	PC8*
	PC1	PC7		PC6	PC4		PC6	PC9
	PC6	PC5		PC7	PC5		PC5	PC8
	PC2	PC8		PC8	PC1		PC4	PC8
	PC3	PC0		PC9	PC2		PC0	PC8
Kasus 2	PC6*	PC5*	Kasus 4	PC8*	PC3*			
	PC0	PC3		PC9	PC2			
	PC1	PC7		PC4	PC0			
	PC8	PC4		PC5	PC1			
	PC9	PC2		PC7	PC0			

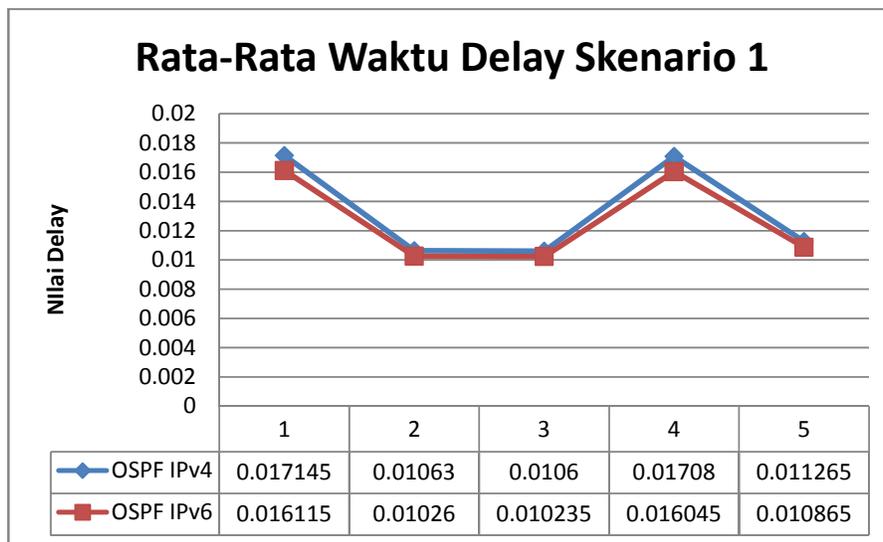
Paket yang diamati adalah paket yang pertama atau paket yang bertanda (*), sedangkan paket lainnya tidak diamati tetapi tetap disimulasikan untuk pengiriman pada saat *traffic* sibuk.

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4:

Tabel 4. Rata-Rata Waktu Delay Skenario 1

Nilai Delay (detik)					
	Kasus				
	1	2	3	4	5
OSPF IPv4	0.017145	0.01063	0.0106	0.01708	0.011265
OSPF IPv6	0.016115	0.01026	0.010235	0.016045	0.010865

Berdasarkan hasil pengujian skenario 1 diatas maka dapat dianalisis bahwa nilai *delay* dari OSPF IPv6 lebih baik dibandingkan dengan OSPF IPv4 untuk setiap kasus yang dilakukan. Gambar 3 dibawah ini adalah grafik perbandingan nilai delay dari OSPF IPv6 dan IPv4:



Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Delay Skenario 1

Gambar 3 di atas menunjukkan nilai delay OSPF IPv6 lebih kecil dibandingkan dengan OSPF IPv4 dari setiap kasus. Nilai delay pada kasus 1 dan 4 lebih tinggi pada kedua jaringan karena router yang dilewati lebih banyak dibandingkan dengan kasus 2,3 dan 5.

Dari grafik di atas maka diperoleh presentase perbandingan antara kedua *internet protocol* diatas. Tabel 5 menunjukkan perbandingan OSPF IPv6 dan OSPF IPv4 pada skenario 1:

Tabel 5. Perbandingan Delay IPv4 dan IPv6 Skenario 1

	Kasus				
	1	2	3	4	5
Selisih (%)	6.007582	3.480715	3.443396	6.059719	3.550821

Dari Tabel 5 diatas menunjukkan nilai delay dari OSPF IPv6 lebih baik sebesar 3-6% dibandingkan dengan OSPF IPv4.

3.1.2 Skenario Kedua

Pengujian skenario kedua dilakukan dengan melihat *trace route* atau rute yang diambil paket yang akan diamati pada *traffic* sibuk sebelum pemutusan *link* maupun sesudah pemutusan. Setiap kondisi dilakukan sebanyak 30 kali pengujian. Terdapat 3 kondisi dalam skenario kedua ini:

1. Sebelum pemutusan *link*
2. Pemutusan *link* sehingga router yang dilewati lebih panjang dibandingkan sebelum pemutusan *link* (pemutusan *link* dilakukan di SN9)
3. Pemutusan *link* sehingga router yang dilewati lebih pendek dibandingkan sebelum pemutusan *link* (pemutusan *link* dilakukan di SN8)

Tabel 6 adalah tabel paket-paket yang dikirim pada skenario kedua:

Tabel 6. Pengirim dan Penerima Paket Skenario 2

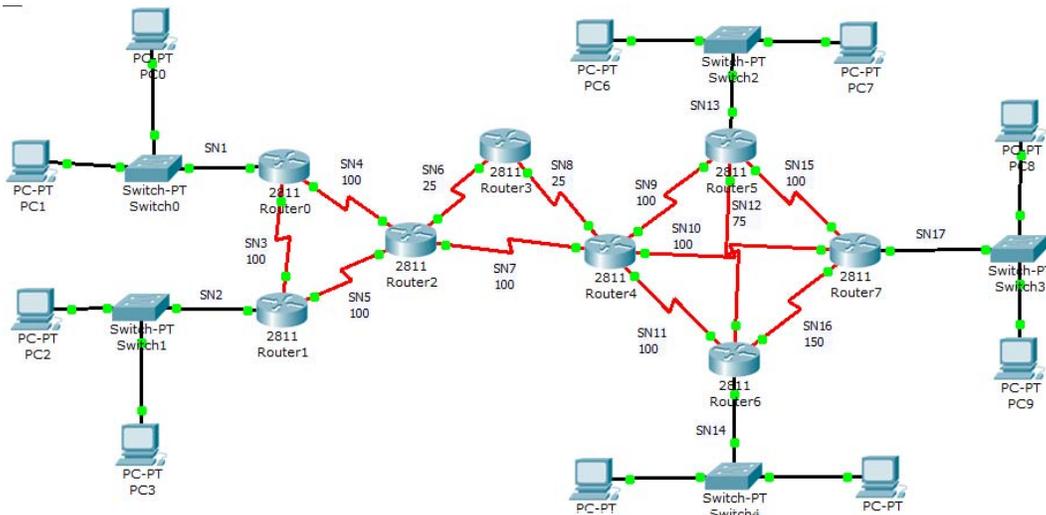
Kirim	Terima
PC7*	PC0*
PC2	PC8
PC5	PC6
PC4	PC1
PC9	PC5

Paket yang diamati merupakan paket yang pertama atau paket yang bertanda (*) sedangkan paket lainnya tidak diamati tetapi tetap disimulasikan untuk pengiriman pada saat *traffic* sibuk.

Pemilihan jalur pada setiap kondisi dilakukan berdasarkan nilai *cost* yang ada. Nilai *cost* setiap *link* dapat dihitung dengan persamaan:

$$Cost = \frac{100 Mbps}{Bandwidth} \quad (2)$$

Sehingga *cost* setiap *link* dari topologi pada Gambar 2 diatas ditunjukkan seperti Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Topologi Jaringan dengan Nilai *Cost*

Pada kondisi 1 jalur yang dipilih adalah PC7 - Switch2 - Router5 - Router4 - Router3 - Router2 - Router0 - Switch0 - PC0 dengan nilai *cost* 251.

Gambar 5 dibawah ini menunjukkan nilai *cost* dari OSPF IPv4 pada kondisi 1 yaitu 251:

```
O IA 192.168.1.0 [110/251] via 192.168.1.65, 00:00:40, Serial0/3/0
```

Gambar 5. Keterangan Cost Kondisi 1 (OSPF IPv4)

Gambar 6 di bawah ini menunjukkan nilai *cost* dari OSPF IPv6 pada kondisi 1 yaitu 251:

```
OI 2001:DB8:1234:3200::/61 [110/251]  
via FE80::201:96FF:FECD:AD71, Serial0/3/0
```

Gambar 6. Keterangan Cost Kondisi 1 (OSPF IPv6)

Pada kondisi 2 jalur yang dipilih adalah PC7 – Switch2 – Router5 – Router6 – Router4 – Router3 – Router2 – Router0 – Switch0 – PC0 dengan nilai *cost* 326.

Gambar 7 di bawah ini menunjukkan nilai *cost* dari OSPF IPv4 pada kondisi 2 yaitu 326:

```
O IA 192.168.1.0 [110/326] via 192.168.1.90, 00:00:21, Serial0/2/0
```

Gambar 7. Keterangan Cost Kondisi 2 (OSPF IPv4)

Gambar 8 di bawah ini menunjukkan nilai *cost* dari OSPF IPv6 pada kondisi 2 yaitu 326:

```
OI 2001:DB8:1234:3200::/61 [110/326]  
via FE80::20A:F3FF:FE12:C179, Serial0/2/0
```

Gambar 8. Keterangan Cost Kondisi 2 (OSPF IPv6)

Pada kondisi 3 jalur yang dipilih adalah PC7 – Switch2 – Router5 – Router4 – Router2 – Router0 – Switch0 – PC0 dengan nilai *cost* 301.

Gambar 9 di bawah ini menunjukkan nilai *cost* dari OSPF IPv4 pada kondisi 3 yaitu 351:

```
O IA 192.168.1.0 [110/351] via 192.168.1.65, 00:00:05, Serial0/3/0
```

Gambar 9. Keterangan Cost Kondisi 3 (OSPF IPv4)

Gambar 10 di bawah ini menunjukkan nilai *cost* dari OSPF IPv6 pada kondisi 3 yaitu 351:

```
OI 2001:DB8:1234:3200::/61 [110/351]  
via FE80::201:96FF:FECD:AD71, Serial0/3/0
```

Gambar 10. Keterangan Cost Kondisi 3 (OSPF IPv6)

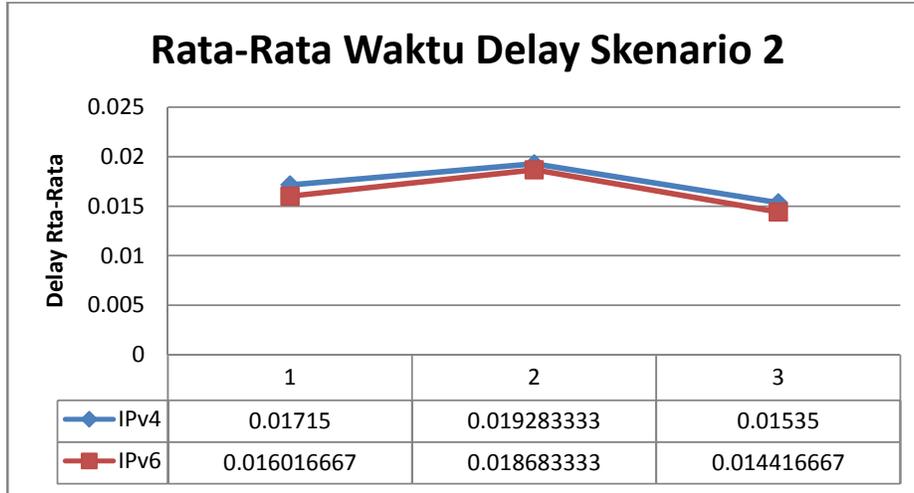
Pemilihan jalur dan jumlah *cost* di atas sama untuk OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6. Setelah pemilihan jalur didapatkan nilai *delay* dari OSPF IPv4 dan OSPF IPv6 pada skenario 2 seperti pada Tabel 7:

Tabel 7. Rata-Rata Waktu Delay Skenario 2

Waktu Delay OSPF(detik)			
	Kondisi		
	1	2	3
OSPF IPv4	0.01715	0.019283	0.01535
OSPF IPv6	0.016017	0.018683	0.014417

Berdasarkan hasil pengujian skenario 2 diatas maka dapat dianalisis kinerja dari jaringan OSPF IPv4 dan IPv6 sebagai berikut:

1. Jalur yang ditempuh adalah jalur terbaik, yaitu jalur dengan *cost* terendah. *Cost* terendah dihitung berdasarkan nilai total *cost* setiap *link* dari pengirim sampai tujuan. Jalur terbaik bukan berarti jalur yang melewati router paling sedikit tetapi *cost* paling kecil. Jalur dengan melewati router terpendek pada skenario 2 dari PC7 menuju PC0 adalah PC7 – Switch2 – Router5 – Router4 – Router2 – Router0 – Switch0 – PC0 dengan nilai *cost* sebesar 301 tetapi karena routing protokol OSPF melihat dari nilai *cost* maka jalur yang diambil adalah PC7 - Switch2 - Router5 - Router4 - Router3 - Router2 - Router0 - Switch0 - PC0 dengan nilai *cost* sebesar 251. Hal tersebut berlaku untuk OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6
2. Pada saat pemutusan *link* kondisi 2 jalur yang ditempuh adalah jalur dengan *cost* terkecil yaitu PC7 – Switch2 – Router5 – Router6 – Router4 – Router3 – Router2 – Router0 – Switch0 – PC0 dengan nilai *cost* sebesar 326 meskipun ada jalur dengan jumlah router yang dilewati sama yaitu jalur PC7 – Switch2 – Router5 – Router7 – Router4 – Router3 – Router2 – Router0 – Switch0 – PC0 tetapi nilai *cost* dari jalur tersebut lebih besar yaitu 351 sehingga paket lebih memilih jalur pertama di atas dibanding jalur kedua. Hal tersebut berlaku untuk OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6.
3. Jalur terbaik tidak berarti jalur tercepat, dari pengujian pemutusan *link* di skenario 2 kondisi 2 dan 3 terlihat bahwa nilai delay dari OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6 tidak tergantung nilai total *cost* tetapi banyaknya router yang dilewati paket. Dari skenario 2 kondisi 3 didapat sebuah jalur dengan *cost* terendah yaitu PC7 – Switch2 – Router5 – Router6 – Router4 – Router3 – Router2 – Router0 – Switch0 – PC0 memiliki nilai *cost* sebesar 300, tetapi karena router yang dilewati lebih sedikit mengakibatkan nilai *delay* lebih kecil dibandingkan sebelum pemutusan ataupun pada saat pemutusan kondisi 2 maupun 1. Hal tersebut berlaku untuk OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6
4. Jalur yang ditempuh ketika pemutusan *link* ataupun sebelum pemutusan *link* baik OSPF pada IPv4 maupun OSPF pada IPv6 sama tetapi, nilai delay IPv6 lebih kecil dibandingkan IPv4. Gambar 11 merupakan grafik perbandingan delay OSPF IPv6 dan OSPF IPv4 pada skenario 2:



Gambar 11. Grafik Perbandingan Nilai Delay Skenario 2

Gambar 11 di atas menunjukkan nilai *delay* tidak bergantung terhadap nilai *cost* tetapi banyaknya router yang dilewati. Router yang dilewati pada kondisi 1 adalah 5 router, pada kondisi 2 adalah 6 router dan pada kondisi 3 adalah 4 router.

Dari Gambar 11 maka diperoleh presentase perbandingan antara kedua *internet protocol* diatas, Tabel 8 menunjukkan perbandingan OSPF IPv6 dan OSPF IPv4 pada skenario 2:

Tabel 8. Perbandingan Delay IPv4 dan IPv6 Skenario 2

	Kondisi		
	1	2	3
Selisih (%)	6.6084	3.1115	6.0803

Tabel 8 menunjukkan nilai delay OSPF IPv6 lebih kecil 3-6% pada skenario 2 dibandingkan dengan OSPF IPv4.

3.1.3 Skenario Ketiga

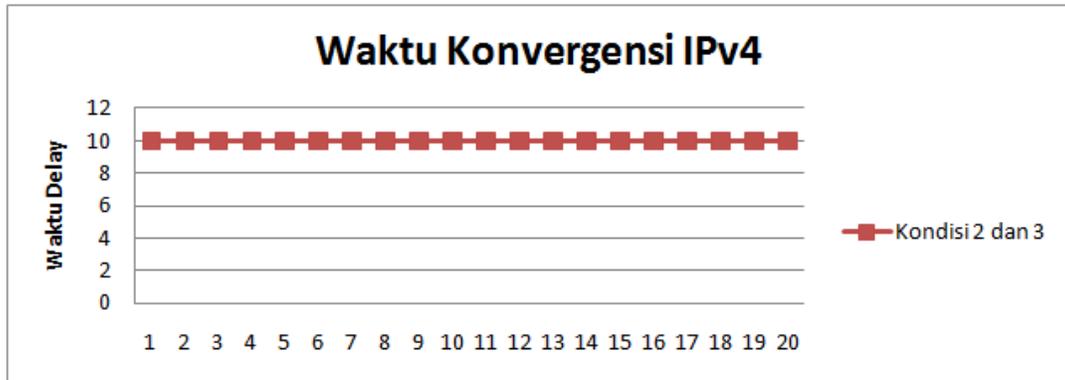
Tujuan dari dilakukannya skenario ketiga ini adalah untuk melihat waktu konvergensi dari masing-masing jaringan yang dibuat. Waktu konvergensi disini adalah ketika terjadi penambahan *link*. Penambahan *link* yang dimaksud adalah penyambungan kembali *link* yang diputus di skenario 2 yaitu *link* SN8 dan SN9 sehingga hal tersebut dianggap sebagai penambahan *link* baru. Pengujian ini dilakukan 20 kali untuk OSPF IPV4 maupun OSPF IPv6. Pada bagian CLI untuk OSPF IPv4 masukan perintah sebagai berikut:

```
Router>en
Router#debug ip ospf events
```

Sedangkan pada bagian CLI untuk OSPF IPv6 masukan perintah sebagai berikut:

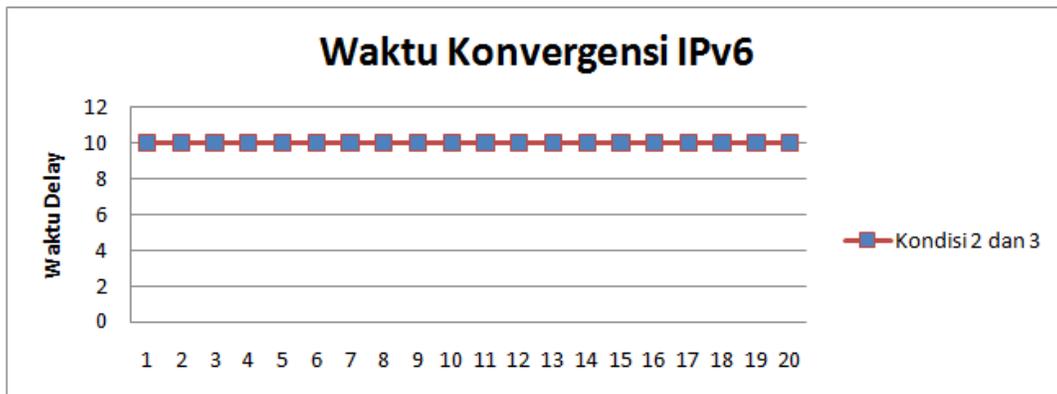
```
Router>en
Router#debug ipv6 ospf events
```

Setelah itu dapat dilihat waktu-waktu dari setiap kejadian yang ada. Gambar 12 dan 13 adalah hasil dari skenario 3:



Gambar 12. Grafik Waktu Konvergensi IPv4

Gambar 12 menunjukkan waktu konvergensi OSPF IPv4 yang dilakukan sebanyak 20 kali penelitian adalah 10 detik pada kedua kondisi yang berbeda.



Gambar 13. Grafik Waktu Konvergensi IPv6

Gambar 13 menunjukkan waktu konvergensi OSPF IPv6 yang dilakukan sebanyak 20 kali penelitian adalah 10 detik pada kedua kondisi yang berbeda.

Berdasarkan hasil pengujian skenario 3 maka hal yang dapat adalah waktu konvergensi untuk OSPF IPv4 dan OSPF IPv6 bernilai sama yaitu 10 detik setelah dilakukan simulasi pada skenario 3 dengan penyambungan *link* yang diputus pada 2 kondisi di skenario 2 sebanyak 20 kali. Hal tersebut sesuai dengan *hello interval* keduanya sebesar 10 detik

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian jaringan *OSPF IPv4* dan *OSPF IPv6*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai delay dari OSPF IPv6 lebih baik 3-6% dibandingkan dengan nilai delay pada OSPF IPv4.

2. Jumlah cost dan router yang dilewati pada OSPF IPv4 dan OSPF IPv6 sama atau tidak ada perbedaan akan tetapi terdapat perbaikan delay dari OSPF IPv6 sebesar 3-6% .
3. Lamanya waktu *delay* tidak bergantung pada besar kecilnya total nilai *cost* tetapi banyaknya router yang dilewati. Hal tersebut berlaku untuk OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6
4. Waktu konvergensi pada OSPF IPv4 maupun OSPF IPv6 bernilai sama yaitu 10 detik.

DAFTAR RUJUKAN

- Sofana, Iwan. (2012). *CISCO CCNP dan Jaringan Komputer (Materi Route, Switch, & Troubleshooting)*. Bandung: Informatika.
- Sofana, Iwan. (2012). *CISCO CCNA dan Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.
- Rahmawati, Imas Dwi dkk. (2012). *Analisa QoS pada jaringan MPLS IPv6 Berbasis Routing OSPF*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Amrulloh (2011). *Analisa Perbandingan Routing Protokol OSPFv3 (Open Shortest Path First Version 3) dan EIGRPv6 pada Jaringan IPv6*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer AMIKOM.
- Kristiana, Lisa dkk. (2012). *Evaluasi Performasi MPLS VPN dengan Emulator GNS3*, Jurnal Informatika, Vol. 3, No. 1.
- Graziani, Rick & Allan Johnson. (2008). *Routing Protocols and Concepts*. Indianapolis: CISCO Press.
- Heriyanto, Fikri. (2010). *Perbandingan Internet Protocol Versi 4 dan Versi 6*. Palembang: Universitas Sriwijaya.