

# Analisis Perbandingan Kinerja Routing OSPF Dan EIGRP

Yoldi Novendra<sup>1</sup>, Yudhi Arta<sup>2</sup>, Apri Siswanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau  
e-mail: <sup>1</sup>yoldinovendra@student.uir.ac.id, <sup>2</sup>yudhiarta@eng.uir.ac.id,  
<sup>3</sup>aprisiswanto@eng.uir.ac.id

## Abstract

*The world of technology is currently experiencing rapid development, especially on Internet technology. Internet technology is a technology that is currently widely used by humans to communicate and send various data in distant distances quickly. In the process of data transmission and communication on Internet technology cannot be separated from the path used, the shorter the path used the faster the data sent. The problem becomes a benchmark in making this thesis is to compare two pieces routing OSPF routing protocol and EIGRP has a function the same is to do the routing process which will be measured with QoS parameters such as throughput, delay and packet loss with the delivery load of audio and video as measured by wireshark application. The results show that OSPF routing protocol has lower throughput, delay and packet loss than EIGRP routing.*

**Keywords :** *Open Shortest Path First (OSPF), Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP), Quality of Service (QoS), Wireshark.*

## Abstrak

Dunia teknologi saat ini mengalami perkembangan yang cepat, terlebih pada teknologi internet. Teknologi internet merupakan sebuah teknologi yang saat ini banyak digunakan oleh manusia untuk berkomunikasi dan mengirim berbagai data dalam jarak yang saling berjauhan dengan cepat. Dalam proses pengiriman data dan komunikasi pada teknologi internet tidak terlepas dari jalur yang digunakan, semakin pendek jalur yang digunakan maka akan semakin cepat data yang dikirim, masalah yang menjadi tolak ukur dalam pembuatan skripsi ini adalah membandingkan 2 (dua) buah routing protokol routing OSPF dan EIGRP memiliki fungsi yang sama yakni melakukan proses routing dimana akan diukur dengan parameter QoS seperti throughput, delay dan paket loss dengan beban pengiriman berupa audio dan video yang diukur dengan aplikasi wireshark. Hasil menunjukkan bahwa routing protocol OSPF memiliki nilai throughput, delay dan paket loss lebih kecil dibandingkan routing EIGRP.

**Kata kunci:** *Open Shortest Path First (OSPF), Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP), Quality of Service (QoS), Wireshark.*

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi internet pada decade terakhir ini mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pada tahun 2018 ini diperkirakan jumlah pengguna internet mencapai 3,8 Miliar. Teknologi internet merupakan sebuah teknologi yang saat ini banyak digunakan oleh manusia untuk berkomunikasi dan mengirim berbagai data dalam jarak yang saling berjauhan dengan cepat. Dalam proses pengiriman data dan komunikasi pada teknologi

internet tidak terlepas dari jalur yang digunakan, semakin pendek jalur yang digunakan maka akan semakin cepat data yang dikirim, sehingga akan mudah terjadi komunikasi [1].

Ada beberapa jenis *routing* yang banyak digunakan namun, *Routing protocol OSPF* dan *EIGRP* merupakan *routing protocol* yang saat ini banyak diterapkan oleh para teknisi jaringan komputer pada jaringan komputer yang dibuat. *OSPF* merupakan sebuah protokol *routing* yang dikembangkan untuk jaringan *IP* oleh *Internet Engineering Task Force (IETF)*. Sesuai dengan namanya protokol ini memiliki dua karakteristik utama. Pertama protokol ini bersifat terbuka artinya spesifikasi dari protokol ini terbuka untuk umum dan yang kedua adalah *routing* dari *OSPF* ini berbasis algoritma *SPF*, dan *EIGRP* merupakan *routing protocol* yang ditingkatkan (*enhanced*) dari pendahulunya yaitu *IGRP* dan hanya dapat digunakan oleh *router* yang diproduksi oleh Cisco, Inc. *EIGRP* menggunakan konsep *autonomous system* untuk menggambarkan *router-router* suatu jaringan yang beroperasi dengan protokol yang sama dan saling berbagi informasi *routing* yang sama [2].

Permasalahan yang ada pada *routing OSPF* dan *EIGRP* yaitu, *routing OSPF* tidak menghasilkan *routing loop*, mendukung penggunaan beberapa metrik sekaligus, serta membagi jaringan yang besar menjadi beberapa area, sedangkan *routing EIGRP* Melakukan konvergensi secara tepat ketika menghindari *loop*, memerlukan lebih sedikit memori dan proses. Oleh sebab itu pemilihan *routing protocol* yang tepat akan memperkuat manajemen lalu lintas data karena *routing protocol* tidak hanya didesain untuk mengubah ke jalur *backup* bila jalur utama tidak berhasil, *routing protocol* juga didesain untuk menentukan jalur mana yang terbaik untuk mencapai tujuan dan mengatasi situasi *routing* yang kompleks secara cepat dan akurat [3].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian digunakan metode penelitian tindakan atau *action research* yang meliputi pengukuran parameter QoS yaitu Bandwidth, Delay dan Packet Loss pada topologi Jaringan yang di rancang [4]. Metode penelitian adalah cara dan langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan penelitian. Pada penelitian dalam proses pengujian, cara dan langkah-langkah yang digunakan antara lain : Pengumpulan data, Konsep Teori, Perancangan topologi. Uraian metode penelitian yang digunakan dapat diuraikan sebagai berikut :

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dijadikan sebagai rujukan dalam penelitian ini antara lain : rujukan penelitian yang pertama adalah penelitian yang berjudul Analisis Kinerja Protokol *Routing OSPF* dan *EIGRP* Untuk Aplikasi *Voip* Pada Topologi Jaringan *Mesh* [5]. Mereka melakukan penelitian menguji bagaimana kinerja dari dua protokol *routing*, yaitu *OSPF* dan *EIGRP* pada topologi jaringan *mesh* terhadap layanan *VoIP*. Pengujian *routing OSPF* dan *EIGRP* dengan melakukan pengujian terhadap layanan *VoIP*.

Selanjutnya adalah penelitian yang berjudul Pengembangan Jaringan Komputer Universitas Surakarta Berdasarkan Perbandingan Protokol *Routing Information Protokol (RIP)* Dan Protokol *Open Shortest Path First (OSPF)* [6]. Mereka melakukan perancangan pengembangan jaringan komputer di Universitas Surakarta sehingga dapat mencukupi kebutuhan informasi dari pengguna dalam melakukan pertukaran data dengan melakukan perbandingan kemampuan protokol *Routing Information Protokol (RIP)* dengan protokol *Open Shortest Path First (OSPF)* kedalam desain pengembangan jaringan komputer. Serta menguji kemampuan dari protokol *Routing Information Protokol (RIP)* dan protokol *Open*

*Shortest Path First (OSPF)* dalam menangani pertukaran data didalam sebuah jaringan komputer yang memiliki jumlah *client* yang banyak dan jaringan yang besar.

Rujukan penelitian yang selanjutnya adalah penelitian yang berjudul Analisis Unjuk Kerja *RIPv2* Dan *EIGRP* Dalam *Dynamic Routing Protocol* [7]. Membandingkan kedua protokol tersebut dari aspek daftar tabel *routing*, informasi mengenai protokol *routing*, kemampuan menghasilkan tabel topologi, kemampuan mengenali *router* tetangga (tabel *neighbor*), melihat konektivitas jaringan, dan memeriksa jalur yang dilewati oleh paket data.

Sebagai tambahan rujukan adalah penelitian Musril, dkk [8] dengan judul “Analisis Unjuk Kerja *RIPv2* Dan *EIGRP* Dalam *Dynamic Routing Protocol*”. Beliau menarik kesimpulan yaitu *EIGRP* memiliki konvergensi yang lebih baik dibandingkan *RIPv2*. *RIPv2* melakukan *update* tabel *routing* ke seluruh *router*, sedangkan *EIGRP* hanya pada *router* yang terkena dampak langsung dari perubahan topologi jaringan. *EIGRP* mampu menghasilkan tabel topologi dan tabel *neighbor*, sedangkan *RIPv2* tidak.

## 2.2 Pengumpulan Data

Dalam melakukan proses pengujian, sangat diperlukan sebuah data yang benar, dan terbukti keakuratannya. Maka dari itu, untuk mendapatkan data yang benar dan akurat, teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut [14]:

### a. Mengumpulkan Data

Proses pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data audio dan video dengan masing-masing lima buah format berbeda. Data yang diperoleh tersebut dilakukan pengujian dengan basis *routing OSPF* dan *EIGRP* menggunakan topologi star.

### b. Penelitian Kepustakaan

Dalam melaksanakan penelitian kepustakaan, penulis melakukan pencarian bahan dengan membaca buku-buku, dokumen dan artikel yang berkaitan proses kerja dari *routing OSPF* dan *EIGRP*.

## 2.3 Konsep Teori

Teori yang digunakan pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

### 2.3.1 Routing OSPF

*Open Shortest Path First (OSPF)* merupakan pengembangan dari *routing protocol* sebelumnya yaitu *routing internet protocol (RIP)* yang dibangun oleh *Internet Engineering Task Force (IETF)* pada tahun 1980 [9]. *Routing OSPF* menggunakan algoritma *shorted path* atau biasa disebut jalur terpendek dalam rangka membangun dan menghitung jalur terpendek ke semua jalur tujuan yang dikenal dengan istilah Algoritma Dijkstra [10].

### 2.3.2 Routing EIGRP

*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)* adalah *protocol* dengan optimalisasi untuk meminimalkan ketidak stabilan *routing* yang terjadi setelah perubahan topologi, serta penggunaan dan pengolahan daya *bandwith* pada *router EIGRP* menggunakan algoritma *Difussing Update Algorithm (DUAL)* untuk mencari jalur terbaik [11].

### 2.3.4 Graphic Network Simulator (GNS3)

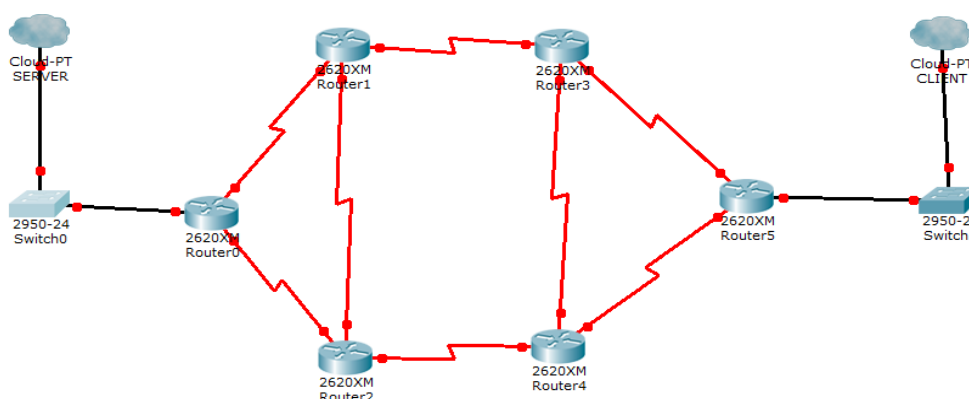
*GNS3* adalah sebuah program *graphical network simulator* yang dapat mensimulasikan *topologi* jaringan yang lebih kompleks dibandingkan dengan simulator lainnya. Program ini dapat dijalankan pada *operating-systems*, seperti *Windows XP professional, windows 7, windows 8, windows 10* atau *Linux Ubuntu* [12].

### 2.3.5 Quality of Service (QoS)

*Quality of Service* adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan trafik yang melewatinya. *QoS* merupakan sebuah sistem arsitektur *end to end* dan bukan merupakan sebuah *feature* yang dimiliki oleh jaringan. *Quality of Service* suatu network merujuk ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi. Aplikasi yang berbeda memerlukan suatu persyaratan QoS tertentu agar selama proses pentransmisian tidak terlalu banyak paket yang hilang, layanan real-time yang baik, *delay* yang rendah, dan alokasi *bandwidth* yang baik. Performansi kecepatan dan mengacu keandalan ke tingkat penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi yang meliputi *throughput*, *delay* dan *paket loss* [13].

### 2.4 Perancangan Topologi Jaringan

Analisa dilakukan pada topologi yang sedang berjalan, dengan cara pengujian menggunakan aplikasi *Wireshark*. Selanjutnya, dilakukan pengembangan dan perancangan topologi baru yang akan dibangun berdasarkan analisa yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam pengembangan sebuah proses routing terdiri dari beberapa tahapan. Adapun tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Skema topologi jaringan STAR**

Penjelasan skema proses desain jaringan topologi star dijabarkan sebagai berikut :

a. *Cloud-PT Server*

Cloud-pt server berfungsi sebagai penghubung antara komputer server dengan komputer *client*.

b. *Router*

Router adalah peralatan yang bekerja pada layer 3 *Open System Interconnection* (OSI). Router digunakan untuk menghubungkan host awal ke host tujuan.

c. *Evaluasi*

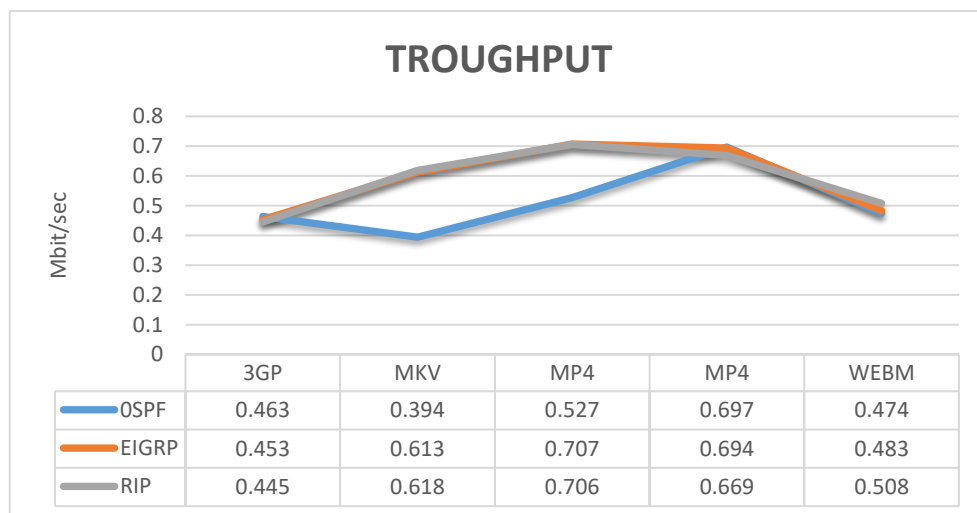
Pada tahapan ini, evaluasi dilakukan untuk mengetahui kinerja dari suatu desain jaringan. Berdasarkan desain jaringan menggunakan topologi star tersebut, maka untuk mengetahui kinerja dari topologi star yang digunakan, dengan melakukan pengujian pengiriman paket data berupa audio dan video. Dengan melakukan pengujian pengiriman paket data audio dan video dengan routing protocol *OSPF*

dan *EIGRP*, maka akan diketahui hasil *throughput*, *delay* dan *paket loss*. Jumlah data diketahui menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk mendapatkan nilai *Quality of Service (QoS)*, maka dapat diketahui nilai dari kedua perbandingan routing *OSPF* dan *EIGRP*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 *Throughput Video*

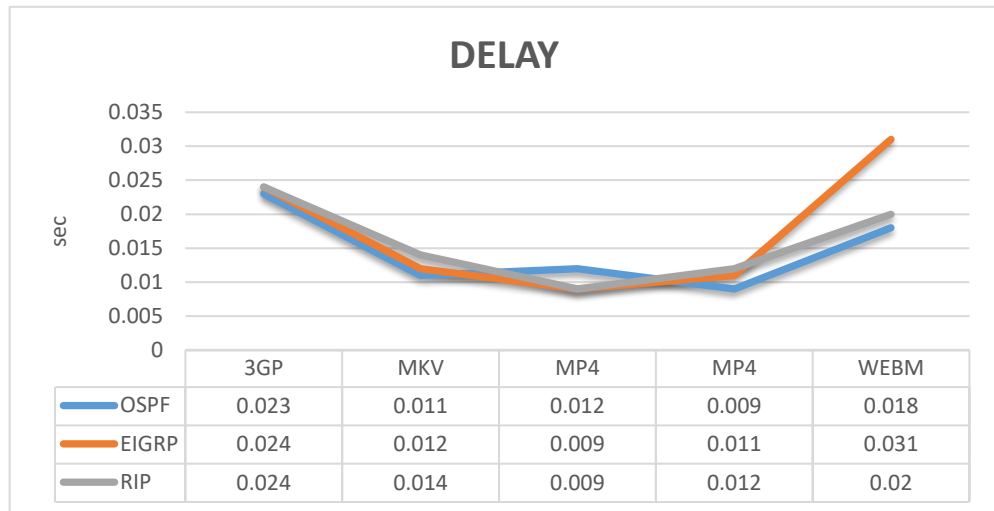
Gambar 2 dibawah ini merupakan grafik perbandingan *throughput* pengujian video dengan dua buah routing dan penambahan satu buah routing yaitu routing *RIP* sebagai perbandingan routing *OSPF* dan *EIGRP*, skenario melakukan streaming di komputer klien kepada server. Pada *throughput* routing *OSPF*, nilai *throughput* lebih kecil dibanding *throughput* routing *EIGRP* dan *RIP*, hal ini disebabkan oleh kualitas video yang berbeda.



**Gambar 2. Perbandingan *Throughput* routing *OSPF*, *EIGRP* dan *RIP***

#### 3.2 *Delay Video*

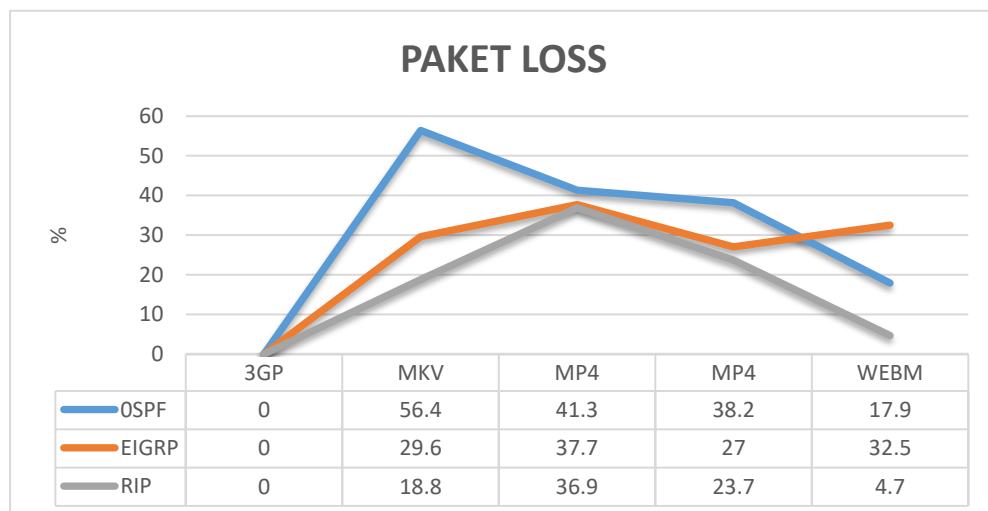
Gambar 3 dibawah ini merupakan grafik perbandingan *delay* pengujian video dengan dua buah routing dan penambahan satu buah routing yaitu routing *RIP* sebagai perbandingan routing *OSPF* dan *EIGRP*, skenario melakukan streaming di komputer klien kepada server. Nilai routing *OSPF* mendapatkan nilai *delay* yang paling kecil dan diikuti oleh routing *RIP* dan routing *EIGRP* pada hal ini disebabkan oleh sifat routing *OSPF* yang menggunakan algoritma *dijkstra* yaitu pencarian rute terpendek untuk mencapai tujuan.



Gambar 3. Perbandingan Delay routing OSPF, EIGRP dan RIP

### 3.3 Paket Loss Video

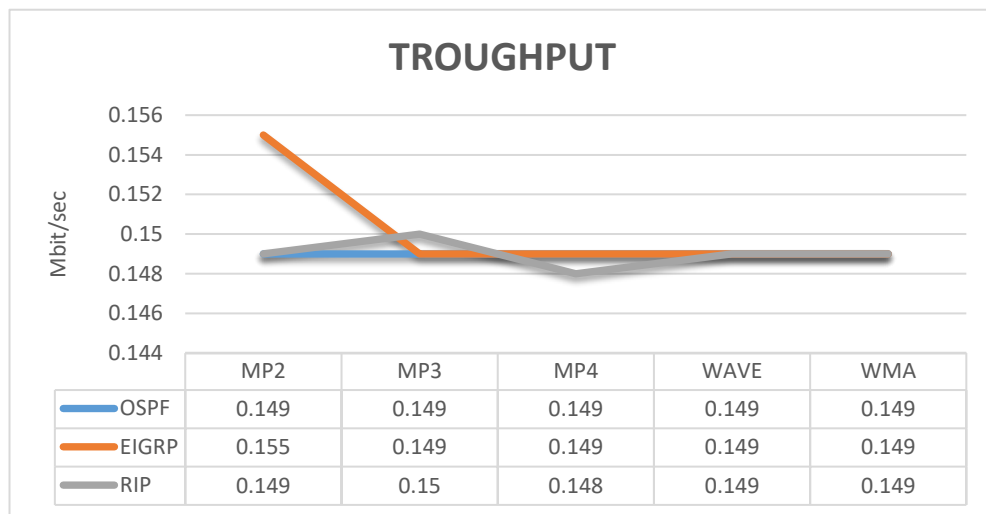
Gambar 4 dibawah ini merupakan grafik perbandingan *Paket Loss* pengujian video dengan tiga buah routing yang berbeda skenario melakukan streaming di komputer server kepada komputer klien. Pada *Paket Loss* routing OSPF, nilai *paket loss* lebih besar dibanding nilai *paket loss* routing EIGRP dan RIP, jumlah *lost packet* routing RIP lebih rendah dibanding OSPF dan EIGRP. Hal ini disebabkan Semakin lama komunikasi terjadi jumlah *lost packet* juga semakin besar.



Gambar 4. Perbandingan Paket Loss Video routing OSPF, EIGRP dan RIP

### 3.4 Troughput Audio

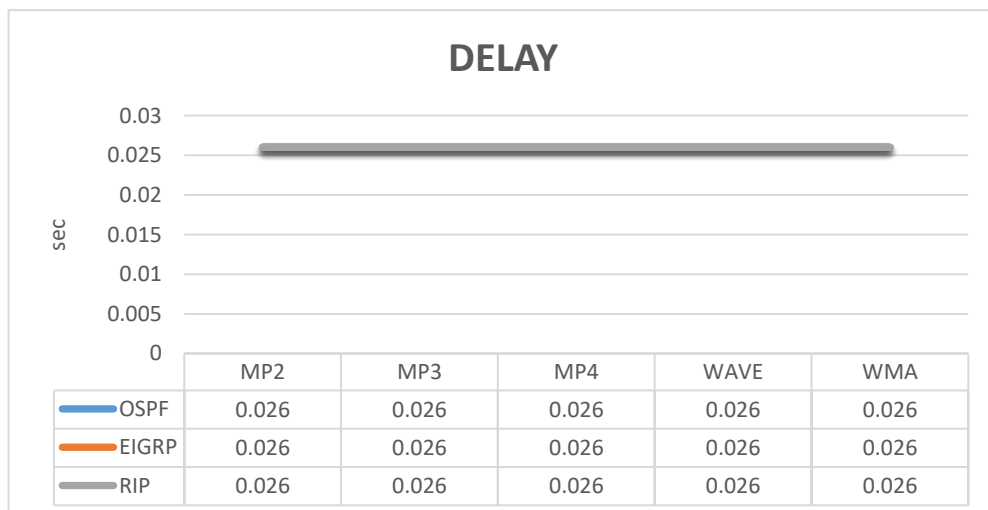
Gambar 5 dibawah ini merupakan grafik perbandingan *throughput* pengujian audio dengan tiga buah routing yang berbeda skenario melakukan streaming di komputer server kepada klien. Pada *throughput* routing OSPF, EIGRP dan nilai *throughput* RIP memiliki *throughput* yang kecil dan nilai *throughput* yang sama.



Gambar 5. Perbandingan *Troughput* Audio routing OSPF, EIGRP dan RIP

### 3.5 Delay Audio

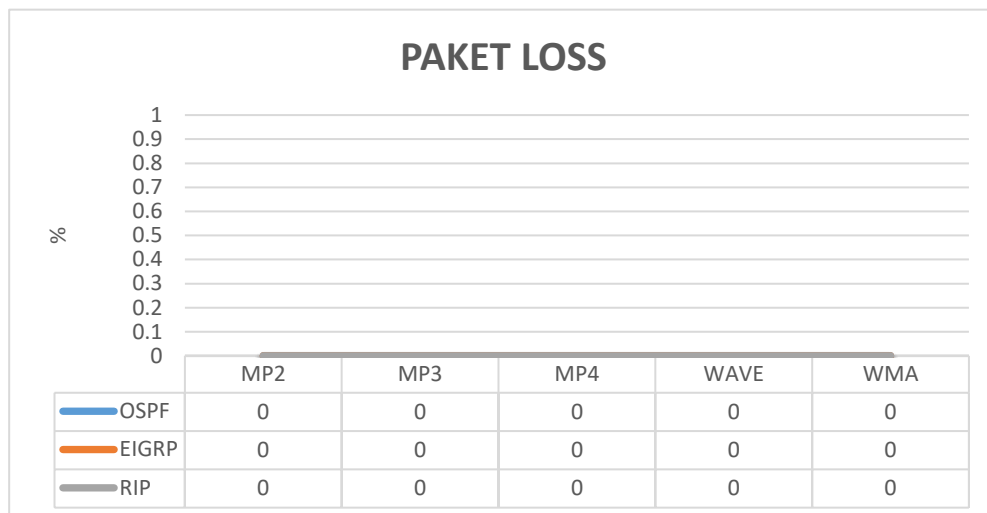
Gambar 6 dibawah ini merupakan grafik perbandingan *throughput* pengujian audio dengan tiga buah routing yang berbeda skenario melakukan streaming di komputer server kepada klien. Nilai delay routing OSPF, EIGRP dan RIP mendapatkan nilai yang sama, hal ini disebabkan pengiriman paket data audio yang mempunyai ukuran file lebih kecil dibandingkan video.



Gambar 6. Perbandingan *Delay* Audio routing OSPF, EIGRP dan RIP

### 3.6 Paket Loss Audio

Gambar 7 dibawah ini merupakan grafik perbandingan *Paket Loss* pengujian audio dengan tiga buah routing yang berbeda skenario melakukan streaming di computer server kepada klien. Mendapatkan nilai *paket loss* sebesar nol. Hal ini disebabkan selama menjalankan streaming audio tidak mengalami buffering.



**Gambar 7. Perbandingan Paket Loss Audio routing OSPF, EIGRP dan RIP**

### 3.7 Hasil tabel perbandingan Quality of Service (QoS)

Pengujian *routing* dilakukan masing-masing sebanyak lima kali pengujian, data diuji dilakukan untuk mengetahui perbedaan *Quality of Service (QoS)* keakuratan hasil penilaian *routing protocol* yang paling baik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan lima format video dan lima format audio data uji. Tabel hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Data Uji Audi dan Video**

Routing			<b>3gp</b>	<b>mkv</b>	<b>Mp4</b>	<b>Mp4</b>	<b>webm</b>
EIGRP	VIDEO	<i>Troughput</i>	0,453	0,613	0,707	0,694	0,483
		<i>Delay</i>	0,024	0,012	0,009	0,011	0,031
		<i>Paket loss</i>	0,00%	29,6%	37,7%	27,0%	32,5%
	AUDIO		<b>Mp2</b>	<b>Mp3</b>	<b>Mp4</b>	<b>wave</b>	<b>wma</b>
		<i>Troughput</i>	0,155	0,149	0,149	0,149	0,149
		<i>Delay</i>	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
	<i>Paket loss</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
OSPF	VIDEO		<b>3gp</b>	<b>mkv</b>	<b>Mp4</b>	<b>Mp4</b>	<b>webm</b>
		<i>Troughput</i>	0,463	0,394	0,527	0,697	0,474
		<i>Delay</i>	0,023	0,011	0,012	0,009	0,018
		<i>Paket loss</i>	0,0%	56,4%	41,3%	38,2%	17,9
	AUDIO		<b>Mp2</b>	<b>Mp3</b>	<b>Mp4</b>	<b>wave</b>	<b>wma</b>
		<i>Troughput</i>	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149
<i>Delay</i>		0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	
	<i>Paket loss</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
RIP	VIDEO		<b>3gp</b>	<b>mkv</b>	<b>Mp4</b>	<b>Mp4</b>	<b>webm</b>
		<i>Troughput</i>	0,445	0,618	0,706	0,669	0,508
		<i>Delay</i>	0,024	0,014	0,009	0,012	0,020
		<i>Paket loss</i>	0,00%	18,5%	36,9%	23,7%	4,7%
	AUDIO		<b>Mp2</b>	<b>Mp3</b>	<b>Mp4</b>	<b>Wave</b>	<b>wma</b>
		<i>Troughput</i>	0,149	0,150	0,148	0,149	0,149



	AUDIO	Delay	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
		Paket loss	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Berdasarkan dari pengujian terhadap lima buah masing-masing data audio dan video pada tabel 1 disimpulkan bahwa untuk mencari nilai *throughput*, *delay* dan *paket loss* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}}$$

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{data yang dikirim} - \text{paket data yang diterima}}{\text{paket data yang dikirim}} \times 100\% \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{Rata-rata Delay} = \text{Total delay} / \text{Total paket yang diterima}$$

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai *QoS* untuk routing OSPF, EIGRP dan RIP memenuhi standar ITU-G 11, dengan nilai paling kecil didapat pada routing OSPF dan nilai hasil pengujian rata-rata memiliki kualitas yang baik.
2. Jumlah *throughput* tidak mengalami selisih yang begitu banyak, nilai *throughput* pada routing OSPF mendapatkan nilai lebih kecil dari routing EIGRP dan RIP.
3. Pengujian streaming audio dari routing OSPF, EIGRP dan RIP mendapatkan nilai *throughput*, *delay* dan *paket loss* yang sama.
4. Protokol OSPF, EIGRP dan RIP terbukti mempunyai performansi yang baik untuk pemutaran audio dan video berbentuk streaming dan sudah mencapai standar internasional yang ditetapkan didalam pengukuran *QoS* yang ditentukan.
5. Protokol OSPF lebih baik dari protokol routing EIGRP dan RIP.

#### 5. SARAN

Penelitian yang dilakukan ini tidak lepas dari kelemahan dan kekurangan. Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran didapat saran-saran sebagai berikut :

1. Pengujian hanya dilakukan menggunakan satu klient, berharap dapat dikembangkan menjadi beberapa klient dan bisa broadcas ke banyak klient .
2. Pengujian dilakukan masih menggunakan berbasis lan, diharapkan pengujian selanjutnya menggunakan studi kasus dan menggunakan jaringan wifi.
3. Pengujian hanya menggunakan laptop sebagai server, diharapkan dikembangkan menggunakan linux sebagai server.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Stallings, "Komunikasi Data dan Komputer: Dasar-Dasar Komunikasi Data," *Salemba Teknika, Jakarta*, 2001.
- [2] T. Lammle, *CCNA Routing and Switching Study Guide: Exams 100-101, 200-101, and 200-120*: John Wiley & Sons, 2013.

- 
- [3] D. Abdullah, "JARINGAN KOMPUTER. DATA LINK, NETWORK & ISSUE," ed: Unimal Press, 2015.
- [4] A. Siswanto, "Evaluasi Kinerja Wireless 802.11N untuk E Learning," *INFORMATION TECHNOLOGY JOURNAL RESEARCH AND DEVELOPMENT*, pp. 13-25%V 1, 2017-02-08 2017.
- [5] L. D. Maryati, R. Primananda, and M. H. H. Ichsan, "Analisis Kinerja Protokol Routing OSPF dan EIGRP Untuk Aplikasi VoIP Pada Topologi Jaringan Mesh " *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* vol. Vol. 1, No. 9, pp. 960-970 1 June 2017 2017.
- [6] P. Utomo and B. E. Purnama, "Pengembangan Jaringan Komputer Universitas Surakarta Berdasarkan Perbandingan Protokol Routing Information Protokol (RIP) Dan Protokol Open Shortest Path First (OSPF)," *IJNS-Indonesian Journal on Networking and Security*, vol. 1, 2012.
- [7] I. Amani, "Perancangan Topologi Jaringan Dengan Menggunakan Protokol Routing EIGRP " Bachelor, Teknik Telekomunikasi, Telkom Universiti, Telkom University, 2010.
- [8] H. A. Musril, "Analisis Unjuk Kerja RIPv2 dan EIGRP dalam Dynamic Routing Protocol," *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, vol. 2, 2016.
- [9] J. T. Moy, *OSPF: anatomy of an Internet routing protocol*: Addison-Wesley Professional, 1998.
- [10] R. Guerin, S. Kamat, A. Orda, T. Przygienda, and D. Williams, "QoS routing mechanisms and OSPF extensions," *draft-guerin-qos-routing-ospf-03. txt*, 1999.
- [11] R. Albrightson, J. Garcia-Luna-Aceves, and J. Boyle, "EIGRP--A fast routing protocol based on distance vectors," 1994.
- [12] J. Saputro, *Praktikum CCNA di Komputer Sendiri Menggunakan GNS3*: MediaKita, 2010.
- [13] A. Siswanto and A. Tedyyana, "Manajemen Bandwidth dan Monitoring Akses Data," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, Medan, 2014, pp. 24-28.
- [14] Y. Arta, E. A. Kadir, and D. Suryani, "KNOPPIX: Parallel computer design and results comparison speed analysis used AMDAHL theory," in *Information and Communication Technology (ICoICT), 2016 4th International Conference on*, 2016, pp. 1-5.