

Komparasi Kinerja Interior Gateway Protocol Berbasis Distance Vector dan Link State pada Arsitektur Video Streaming Berbasis Wireless Network

Jamaluddin¹, Rohmat Gunawan², Firmansyah Maulana Sugiartana Nursuwars³

^{1,2,3} Informatika, Universitas Siliwangi

Jl. Siliwangi No.24, Tasikmalaya

jamaluddinridwan12@gmail.com

rohmatgunawan@unsil.ac.id

firmansyah@unsil.ac.id

Abstract— The rapid growth of video streaming services necessitates a reliable network architecture to guarantee Quality of Service (QoS). Inter-network connectivity is achieved through routing technologies, particularly the Interior Gateway Protocol (IGP), which includes dynamic protocols such as the Distance Vector-based RIPv2 and the Link State-based OSPF. This research aims to analyze and compare the performance of the RIPv2 and OSPF routing protocols within a wireless video streaming architecture. The research methodology employs the PPDIOO (Plan, Prepare, Design, Implement, Operate, Optimize) approach developed by Cisco. Testing was conducted under three scenarios: normal conditions, with interference, and with a main path cutoff. Under normal conditions, OSPF demonstrated superiority with a throughput of 2,6277 Mbps, a packet loss of 1,17%, a delay of 3,128 ms, and a jitter of -0,000334156 ms, outperforming RIPv2. When subjected to interference, OSPF maintained its lead with a throughput of 2,5735 Mbps and a packet loss of 3,18%; however, RIPv2 showed a lower jitter value in this scenario. The main path cutoff scenario revealed OSPF's significant superiority. OSPF's throughput was recorded at 1,8014 Mbps, whereas RIPv2's was only 0,6514 Mbps. Furthermore, OSPF's packet loss (31,70%), delay (4,568 ms), and jitter (-0,702716406 ms) were substantially lower than those of RIPv2, which experienced drastic performance degradation. The research findings consistently indicate that OSPF delivers superior, more stable, and efficient performance in maintaining the Quality of Service for video streaming across various network conditions.

Keyword — OSPF, RIP, Wireless Network, TIPHON, Video streaming

Intisari— Layanan *video streaming* yang berkembang pesat memerlukan arsitektur jaringan andal untuk menjamin kualitas layanan. Konektivitas antarjaringan diwujudkan melalui teknologi *routing*, salah satunya *Interior Gateway Protocol* (IGP) yang mencakup protokol dinamis seperti RIPv2 (*Distance Vector*) dan OSPF (*Link State*). Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan performa protokol *routing* RIPv2 dan OSPF pada arsitektur *video streaming* nirkabel menggunakan metode PPDIOO (Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize). Pengujian dilakukan dalam tiga skenario: kondisi normal, dengan interferensi, dan pemutusan jalur utama. Pada kondisi normal, OSPF menunjukkan keunggulan dengan *throughput* 2,6277 Mbps, *packet loss* 1,17%, *delay* 3,128 ms, dan *jitter* -0,000334156 ms, lebih baik dibandingkan RIPv2. Saat diberi interferensi, OSPF tetap unggul dengan *throughput* 2,5735 Mbps dan *packet loss* 3,18%, meskipun pada parameter *jitter*, RIPv2 menunjukkan nilai yang lebih rendah. Skenario pemutusan jalur utama menunjukkan superioritas OSPF secara signifikan. *Throughput* OSPF tercatat sebesar 1,8014 Mbps, sementara

RIPv2 hanya 0,6514 Mbps. Selain itu, *packet loss* (31,70%), *delay* (4,568 ms), dan *jitter* (-0,702716406 ms) pada OSPF jauh lebih rendah dibandingkan RIPv2 yang mengalami degradasi performa drastis. Hasil penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa OSPF memiliki kinerja yang lebih unggul, stabil, dan efisien dalam menjaga kualitas layanan *video streaming* pada berbagai kondisi jaringan.

Kata Kunci— OSPF, RIP, Wireless Network, TIPHON, Video streaming

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat pasar *video streaming*, menuntut ketersediaan arsitektur jaringan yang andal untuk menjamin kualitas layanan (Quality of Service - QoS) [1]. Jaringan nirkabel (wireless) menjadi pilihan populer untuk mendistribusikan layanan ini karena fleksibilitasnya. Namun, transmisi *video streaming* melalui jaringan wireless memiliki tantangan tersendiri terkait kualitas layanan diantaranya: terhentinya video karena *buffering delay* (waktu tunda pengiriman data), *packet loss* (hilangnya paket data selama transmisi), *jitter* (variasi waktu penerimaan data), serta rendahnya *throughput* (laju transfer data efektif) [2]. Untuk mengatasi tantangan ini, pemilihan protokol *routing* yang efisien merupakan salah satu faktor krusial dalam menentukan jalur pengiriman data yang optimal [3]. Salah satu *routing protocol* yang dapat digunakan adalah Interior Gateway Protocol (IGP). IGP cocok digunakan pada arsitektur jaringan dengan skala lokal dan regional yang memiliki satu atau lebih IP Prefix terkoneksi [4]. Terdapat dua jenis *routing* dalam IGP: *distance vector* dan *link state*. Routing Information Protocol (RIPv2) termasuk dalam kategori *distance vector*, sedangkan Open Short Path First (OSPF) termasuk dalam kategori *link state*.

Penelitian terkait perbandingan kinerja *routing protocol* telah dilakukan sebelumnya, diantaranya: Ramadhani dkk. [5] telah berhasil melakukan studi komparasi kinerja *routing protocol* OSPF dan RIPv2 yang dicoba pada jaringan berbasis kabel. Namun percobaan yang dilakukan terbatas hanya pada jaringan kabel dan *routing protocol* yang dibandingkan dalam penelitian tersebut, belum diterapkan pada arsitektur layanan aplikasi di jaringan seperti: *video streaming*, *online game*, *audio on demand* dan lainnya. Berdasarkan masalah tersebut, pada penelitian ini akan melakukan studi komparasi kinerja *routing protocol* OSPF dan RIPv2 pada jaringan *wireless*. Arsitektur layanan *video streaming* akan dikembangkan dalam percobaan, guna

mengetahui kinerja kedua *routing protocol* ketika diterapkan dalam suatu layanan aplikasi berbasis jaringan. Evaluasi kinerja dilakukan berdasarkan parameter standar Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON). Beberapa skenario transmisi data dengan kondisi yang berbeda dirancang untuk dicoba pada penelitian ini, agar diketahui kinerja dari kedua *routing protocol* tersebut.

II. LANDASAN TEORI

A. Routing Protocol

Routing protocol adalah seperangkat aturan yang digunakan oleh *router* untuk berkomunikasi satu sama lain guna memilih jalur terbaik untuk lalu lintas data melalui sebuah internetwork [6]. Dalam lingkup *routing protocol* terdapat Interior Gateway Protocol (IGP) merupakan protokol *Dynamic Routing* yang digunakan dalam jaringan yang berada dalam satu Autonomous System (AS), yaitu sekumpulan jaringan yang dikelola dan dikendalikan oleh satu otoritas administratif, menggunakan kebijakan *Routing* internal yang sama, seperti: jaringan kampus, dan jaringan kantor dengan banyak cabang [7]. terdapat dua kategori utama yaitu:

- 1) *Routing Information Protocol version 2 (RIPv2)*: Merupakan jenis protokol *routing distance vector* yang digunakan untuk transmisi data atau paket. Protokol RIP memiliki jumlah maksimum hop 15 untuk karena mencegah perulangan rute dari sumber ke tujuan. RIP telah mengalami beberapa pengembangan, menghasilkan RIP Versi 2 (RIPv2), diterbitkan dalam RFC 2453 yang lebih mendukung transmisi informasi subnet mask dan mendukung *Classless Inter Domain Routing (CIDR)* [8].
- 2) *Open Shortest Path First (OSPF)*: Merupakan protokol *routing* yang menggunakan algoritma Link State. OSPF membangun gambaran topologi jaringan yang lengkap (peta jaringan) dengan mengumpulkan informasi link state dari semua *router*. Jalur terbaik dihitung menggunakan algoritma Dijkstra (*Shortest Path First*). Keuntungan utama dari *routing* OSPF adalah dapat menangani deteksi kesalahan dengan sendirinya dan menggunakan pengalaman multicast untuk *routing* dalam domain *broadcast* [9].

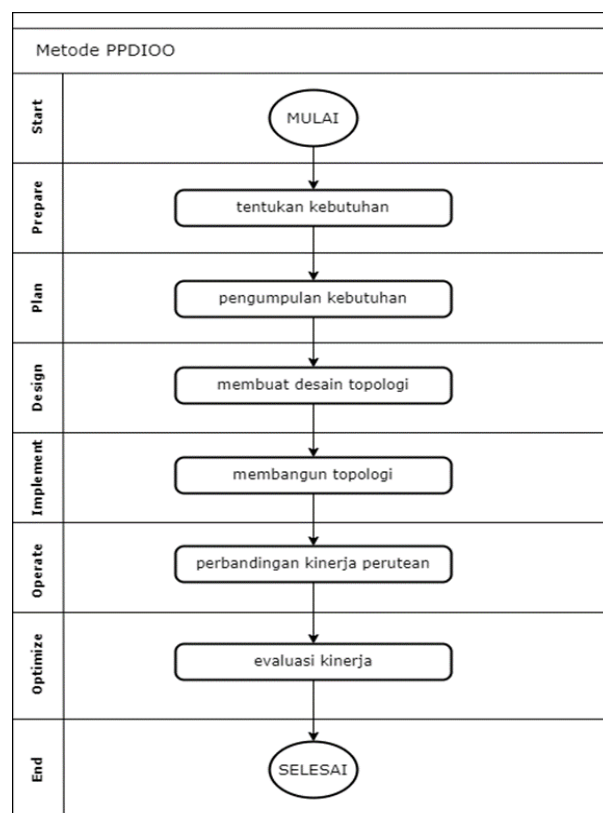
B. Quality of Service (QoS)

QoS merupakan metode pengukuran kinerja jaringan komputer dalam menyediakan layanan dalam teknologi. QoS berkaitan dengan kemampuan layanan jaringan untuk mengelola lalu lintas data untuk mengurangi *packet loss*, *latency* atau *delay*, dan *jitter* pada jaringan. Pengukuran kualitas layanan jaringan menggunakan standar penilaian Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON). Standar TIPHON dikeluarkan oleh badan standar ETSI (European Telecommunications Standards Institute) [10]. Parameter QoS antara lain:

- 1) *Throughput*: Tingkat transfer data efektif yang berhasil dikirim dari satu titik ke titik lain dalam satuan waktu tertentu (diukur dalam Mbps) [11].
- 2) *Packet loss*: Persentase paket data yang hilang selama transmisi. Nilai yang tinggi menandakan kualitas jaringan yang buruk [12].
- 3) *Delay (Latency)*: Waktu yang dibutuhkan paket data untuk melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan [13].
- 4) *Jitter*: Variasi atau perubahan dalam delay dari paket data yang diterima. Jitter yang tinggi dapat menyebabkan distorsi pada video [13].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan Metode PPDIOO [14], seperti terlihat pada gambar 1. Penelitian dimulai dengan identifikasi kebutuhan, pengumpulan kebutuhan, membuat rancangan topologi jaringan, membangun arsitektur video *streaming*, tahap pengujian dan pengambilan hasil perbandingan, evaluasi terhadap penelitian yang dilakukan.



Gambar 1 Alur Penelitian

A. Prepare

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan utama dari penelitian yang akan dilakukan. Studi komparasi kinerja *routing protocol* OSPF dan RIP v.2 pada arsitektur layanan video *streaming* berbasis *wireless* merupakan tujuan utama dari penelitian yang akan dilakukan.

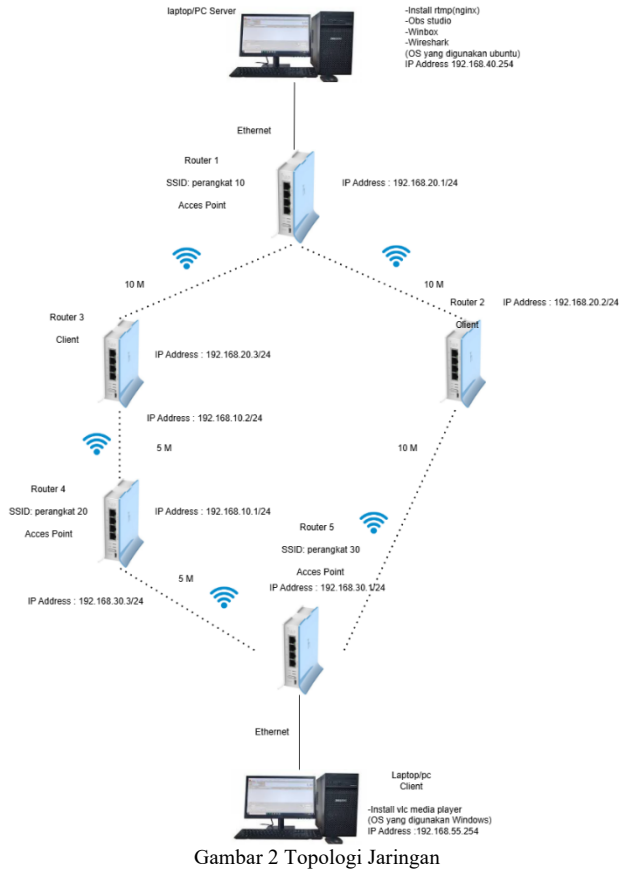
B. Plan

Pada tahap ini dirancang arsitektur jaringan layanan video *streaming* berbasis *wireless*. Diperlukan seperangkat

hardware dan software agar arsitektur sistem yang telah dirancang dapat diimplementasikan.

C. Design

Perancangan merupakan tahap merancang sistem jaringan dengan membuat topologi jaringan untuk menjalankan arsitektur video streaming, Gambar 2 menampilkan topologi jaringan yang digunakan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2 Topologi Jaringan

Jaringan terdiri dari satu server, satu client, dan lima router. Jalur normal dari server ke client adalah melalui Server -> R1 -> R2 -> R5 -> Client. Jalur cadangan adalah melalui Server -> R1 -> R3 -> R4 -> R5 -> Client.

D. Implement

Implement merupakan tahapan membangun arsitektur video streaming pada routing protocol RIPv2 dan OSPF. Tahap implementasi terdiri dari beberapa tahapan:

- 1) *Konfigurasi software*: merupakan tahapan membangun arsitektur jaringan video streaming sesuai dengan tahap Seleksi dan Perancangan pada server menginstall RTMP nginx, OBS studio, winbox, wireshark. Pada sisi client menginstall VLC media player untuk menerima layanan broadcast video streaming dari server.
- 2) *Routing*: merupakan tahapan konfigurasi Routing agar setiap perangkat dapat terhubung antar router menggunakan routing protocol RIPv2 dan OSPF dan pengalokasian IP sesuai yang telah direncanakan Server terkoneksi dengan router 1 menggunakan kabel ethernet (R1) dan client

terhubung ke router 5 menggunakan kabel ethernet (R5), router 1 memancarkan SSID perangkat 10, yang terhubung ke router 2 dan router 3. router 2 terhubung ke router 1 menggunakan SSID perangkat 10, dan terhubung ke router 5 menggunakan SSID perangkat 30. router 3 terhubung ke router 1 menggunakan SSID perangkat 10, dan terhubung ke router 4 menggunakan SSID perangkat 20, router 4 memancarkan SSID perangkat 20 untuk terhubung ke router 3, dan terhubung ke router 5 dengan SSID perangkat 30. router 5 memancarkan SSID 3 untuk terhubung ke router 2 dan router 4. Semua perangkat router saling terkoneksi satu sama lain dengan adanya konfigurasi Ip address dan aturan routing yang dikonfigurasi pada tiap router, untuk memudahkan dalam identifikasi rute transmisi data, maka dilakukan penamaan jalur beserta network address serta alokasi ip address seperti pada Tabel 1.

TABEL 1 RUTE TRANSMISI DATA

No	Nama Rute	Koneksi Rute	Network address
1	R 1-2	Router 1 dan Router 2	192.168.20.0/24
2	R 1-3	Router 1 dan Router 3	192.168.20.0/24
3	R 2-5	Router 2 dan Router 5	192.168.10.0/24
4	R 3-4	Router 3 dan Router 4	192.168.30.0/24
5	R 4-5	Router 4 dan Router 5	192.168.10.0/24

- 3) *Implementasi Video streaming*: merupakan tahap dimana layanan video streaming disediakan oleh server dan kemudian layanan tersebut diakses oleh client.

E. Operate

Operate merupakan tahap pengujian unit perangkat wireless, pengujian traceroute, dan pengambilan hasil pengujian parameter layanan video streaming pada protocol RIPv2 dan OSPF. Pengujian yang dilakukan dengan skenario berikut:

- 1) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal tanpa adanya Interferensi pada Routing OSPF.*
- 2) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal dengan adanya Interferensi pada Routing OSPF.*
- 3) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal tanpa adanya Interferensi pada Routing RIPv2.*
- 4) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal dengan adanya Interferensi pada Routing RIPv2.*
- 5) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing OSPF dengan Adanya Cut off Jalur Utama.*
- 6) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing RIPv2 dengan Adanya Cut off Jalur Utama.*

Setiap skenario diukur untuk mendapatkan hasil dari routing protocol jika terdapat interferensi apakah tetap di jalur normal atau berpindah jalur backup ketika melewati layanan video streaming, pada jalur utama cut off apakah routing berpindah ke jalur backup, dimana dari setiap

skenario dilakukan 10 kali percobaan untuk mendapatkan hasil yang optimal, untuk skenario 1-4 dilakukan pengujian selama 170 detik dan diambil packets pada *time span* 170 detik, untuk skenario 5-6 dilakukan pengujian selama 230 detik dimana diambil packets di *time span* 230 detik, Skenario tersebut dilakukan untuk diambil nilai parameter hasil pengujian berdasarkan nilai *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*.

F. Optimize

Pada tahap terakhir ini dilakukan evaluasi terhadap respon hasil dari pengujian untuk menentukan dengan menggunakan standar TIPHON untuk menilai *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dari setiap *routing* kemudian mendapatkan hasil dari pengujian *routing protocol* mana yang lebih baik antara *routing* RIPv2 dan OSPF dalam transmisi *wireless* dimana terdapat perbandingan antara *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dari setiap *routing* yang akan disajikan dalam bentuk perbandingan.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Prepare

Berdasarkan identifikasi kebutuhan, arsitektur video *streaming* dapat dibangun dengan mempersiapkan *software* yang dikonfigurasi pada server dan *client*. Sehingga Server dan *client* dapat saling terhubung dengan adanya pengalamatan jaringan pada server dan *client*. Teknologi yang dapat digunakan untuk menghubungkan server dan *client* salah satunya adalah *routing*. jenis *routing protocol* yang digunakan akan mempengaruhi kualitas layanan, sehingga dengan adanya komparasi kinerja *routing protocol* dapat memberikan referensi *routing protocol* yang lebih optimal untuk digunakan pada arsitektur video *streaming*.

B. Plan

Perencanaan merupakan tahap pengumpulan kebutuhan yang akan digunakan dalam penelitian. Kebutuhan tersebut meliputi spesifikasi *hardware* dan *software* yang akan digunakan seperti pada Tabel 2, dan Tabel 3.

TABEL II
SPESIFIKASI *HARDWARE*

No	Device	Processor	Memory	Storage
1	Laptop Asus (1 unit)	11th Gen Intel(R) Core (TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.42 GHz	16 GB	512 GB
2	Laptop HP (1 unit)	5th Gen Intel(R) Core (TM) i3-535G7 @ 1.10GHz	2 GB	256 GB
3	Router Mikrotik RB941-2nD-TC	QCA9533 650 MHz	32 MB	16 MB

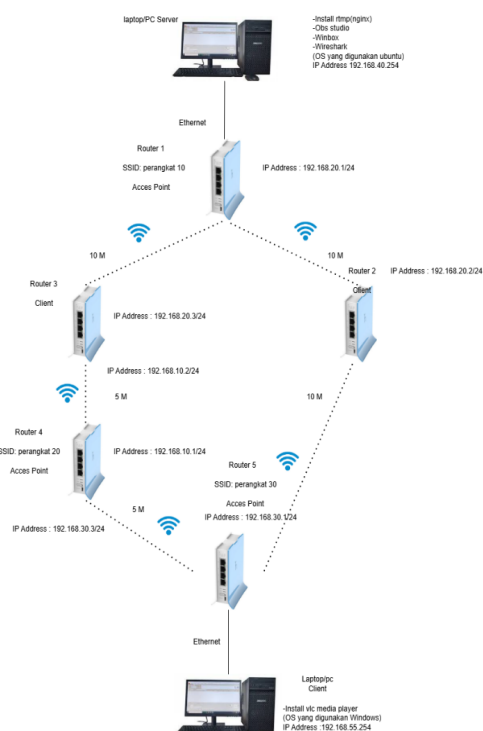
TABEL III
SPESIFIKASI *SOFTWARE*

Application Software	Keterangan
RTMP	Protocol layanan video streaming yang dipasang pada server
OBS	Media pengirim broadcast video streaming yang dipasang pada server
VLC Media Player	Media penerima broadcast video streaming yang dipasang pada client
Winbox	Aplikasi untuk konfigurasi Routerboard Mikrotik berbasis GUI
Wireshark	Aplikasi penangkap paket data dari server ke client yang dipasang pada server
Ubuntu 22.04.2	Sistem operasi yang digunakan oleh server
Windows 11 64-bit	Sistem operasi yang digunakan oleh client

Tipe file yang digunakan untuk percobaan adalah format mp4 dengan resolusi video 1280x720 berdurasi 170 detik. File sample diunduh pada laman <https://sample-videos.com/index.php#sample-mp4-video>

C. Design

Kebutuhan *hardware* yang sudah direncanakan selanjutnya dibangun sesuai topologi jaringan yang akan digunakan pada arsitektur video *streaming* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Topologi Jaringan

Jalur normal dari server ke *client* adalah melalui Server -> R1 -> R2 -> R5 -> *Client*. Jalur cadangan adalah melalui Server -> R1 -> R3 -> R4 -> R5 -> *Client*. Semua perangkat *router* saling terkoneksi satu sama lain dengan adanya konfigurasi *Ip address* dan aturan *routing* yang dikonfigurasi pada tiap *router*, untuk memudahkan dalam identifikasi rute transmisi data, maka dilakukan rute transmisi data pada Tabel 4 beserta penamaan jalur serta alokasi *Ip address* pada Tabel 5.

TABEL IV
RUTE TRANSMISI DATA

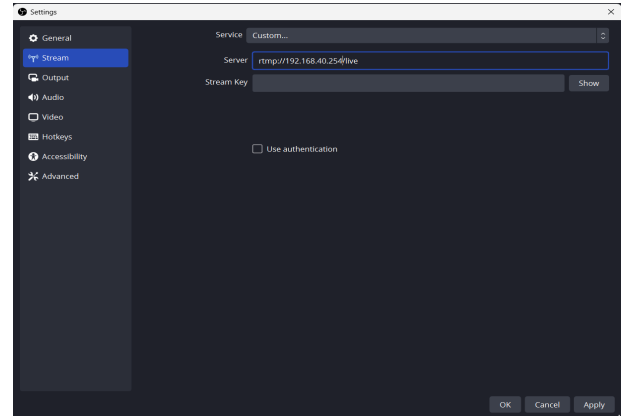
No	Nama Rute	Koneksi Rute	Network address
1	R 1-2	Router 1 dan Router 2	192.168.20.0/24
2	R 1-3	Router 1 dan Router 3	192.168.20.0/24
3	R 2-5	Router 2 dan Router 5	192.168.30.0/24
4	R 3-4	Router 3 dan Router 4	192.168.10.0/24
5	R 4-5	Router 4 dan Router 5	192.168.30.0/24

TABEL V
ALOKASI IP ADDRESS

N o	Perang kat	Interf ace	Ip address	Subnet Mask	Gateway
1.	Server	Ethern et	192.168.40 .254	255.255.2 55.0	192.168. 40.1
2.	<i>Client</i>	Ethern et	192.168.55 .254	255.255.2 55.0	192.168. 55.1
3.	Router 1 (R1)	Wlan 1	192.168.20 .1	255.255.2 55.0	-
		Ethern et 3	192.168.40 .1	255.255.2 55.0	-
4.	Router 2 (R2)	Wlan 1	192.168.20 .2	255.255.2 55.0	-
		Wlan 2	192.168.30 .2	255.255.2 55.0	-
5.	Router 3(R3)	Wlan1	192.168.20 .2	255.255.2 55.0	-
		Wlan2	192.168.10 .2	255.255.2 55.0	-
6.	Router 4 (R4)	Wlan 1	192.168.10 .1	255.255.2 55.0	-
		Wlan 2	192.168.30 .3	255.255.2 55.0	-
7.	Router 5 (R5)	Ethern et 2	192.168.20 .1	255.255.2 55.0	-

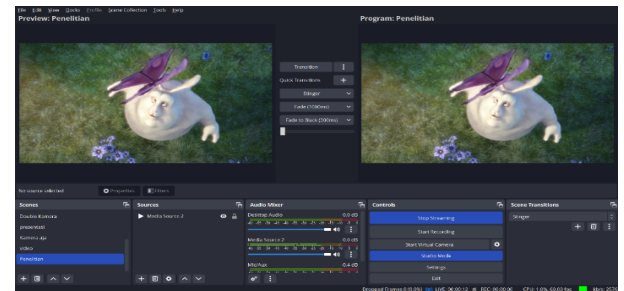
D. Implement

Tahap ini membangun layanan video *streaming* dengan menginstal dan mengkonfigurasi protokol RTMP, OBS Studio, dan Wireshark di server. Aplikasi VLC Studio Player dapat diinstal pada *client*. Agar layanan video *streaming* dapat ditransmisikan dari server ke *client*, dilakukan konfigurasi *routing* pada setiap perangkat *Routerboard*. Setelah perutean berhasil dikonfigurasi, jalankan aplikasi OBS Studio di server untuk mulai menyiarkan video *streaming*.



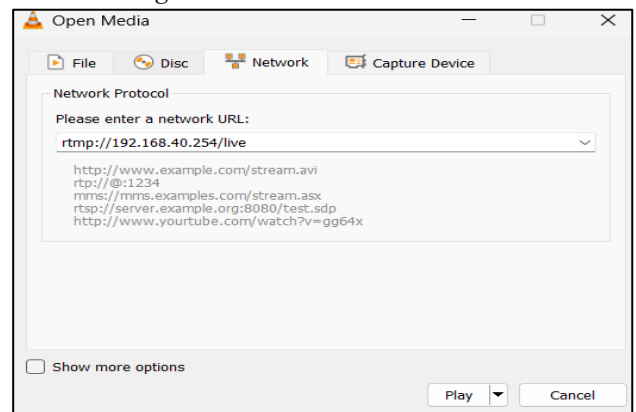
Gambar 4 Stream key

Untuk menyiarkan layanan video streaming di server, diperlukan alamat server *streaming* dan kunci *streaming* di server OBS Studio. Stream server dan stream key akan diakses oleh *client* guna mendapatkan layanan video *streaming* seperti yang disediakan oleh server pada Gambar 4.



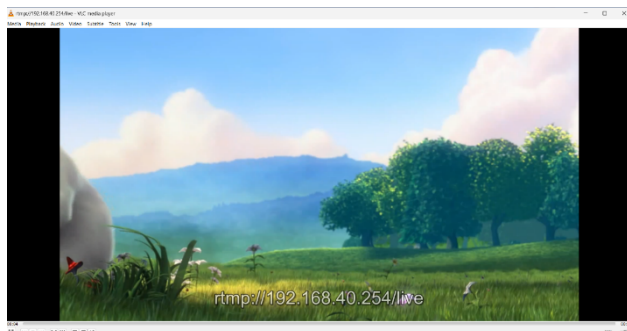
Gambar 5 Server Video Streaming

Jalankan layanan video *streaming* di server seperti pada Gambar 5. Selanjutnya sisi *client* akan mengakses layanan video *streaming* dari server.



Gambar 6 Akses Alamat Server Video Streaming Client

Akses layanan server *streaming* video di *client* dengan login ke aplikasi VLC Studio Player dengan memasukkan alamat `rtmp://192.168.40.254/live` seperti pada Gambar 6.



Gambar 7 Video Streaming Client

Client akan dapat mengakses layanan *streaming* video di server seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Dengan layanan *streaming* video berjalan di *client*, arsitektur *streaming* video dapat berjalan pada protokol *routing* RIPv2 dan OSPF.

E. Operate

Tahapan ini melakukan pengujian unit perangkat wireless untuk mengetahui pada jarak berapa meter (M) perangkat dapat menghasilkan Bandwidth pada Tabel 6.

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN PERANGKAT WIRELESS

Jarak	RX Average 10 S	RX Average 80 S
0-1 M	16,3 Mbps	16,3 Mbps
10 M	6,8 Mbps	6,6 Mbps
20 M	2,1 Mbps	3,2 Mbps
30 M	1082,4 Kbps	1017,2 Kbps
40 M	877,2 Kbps	817,6 Kbps
50 M	436,8 Kbps	363,7 Kbps
60 M	256,8 Kbps	320 Kbps
70 M	345,6 Kbps	227,2 Kbps
80 M	129,6 Kbps	195,8 Kbps
90 M	156 Kbps	155,5 Kbps
100 M	18 Kbps	121,1 Kbps

Berdasarkan Tabel 6, hasil pengujian tersebut perangkat masih dapat digunakan dengan menggunakan jarak 20 M dengan average bandwidth 3,2 Mbps.

Setelah pengujian perangkat wireless dilakukan pengujian *traceroute* dan layanan video *streaming*. Pengujian *traceroute* dilakukan untuk memverifikasi jalur transmisi data pada topologi jaringan yang telah dibangun. Hasil pengujian dalam kondisi normal mengonfirmasi bahwa paket data dari server ke *client* berhasil melewati jalur utama yang diharapkan, yaitu melalui *router* R1, R2, dan R5. Selanjutnya, pada skenario pemutusan jalur utama (cut off), pengujian *traceroute* memastikan bahwa protokol *routing* berhasil mengalihkan lalu lintas secara otomatis ke jalur cadangan melalui *router* R1, R3, R4, dan R5. Dengan verifikasi kedua jalur ini, topologi jaringan dinyatakan valid dan siap untuk pengujian parameter Quality of Service (QoS).

Kemudian setelah melakukan *traceroute* dilakukan pengujian dari enam skenario yang telah ditentukan sebagai berikut:

- 1) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal tanpa adanya Interferensi pada routing OSPF*: Dilakukan dengan menghitung parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* yang diperoleh dari nilai pengujian sebanyak sepuluh kali setiap skenario agar mendapatkan nilai rata-rata

optimal dari sepuluh kali pengujian pada skenario pertama disajikan pada Tabel 7.

TABEL VII
HASIL PENGUJIAN SKENARIO 1

No.	Quality of service			
	Throughput (Mbps)	Packet loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	2,626	1,20%	3,07	-7,74E-05
2	2,613	1,70%	3,1	4,31E-04
3	2,581	2,90%	3,18	-2,71E-04
4	2,619	1,50%	3,2	-4,49E-04
5	2,623	1,30%	3,2	-1,67E-04
6	2,648	0,40%	3,18	-3,68E-05
7	2,623	1,30%	3,2	-2,78E-04
8	2,664	0,00%	3	-9,12E-06
9	2,651	0,30%	3,05	-4,62E-04
10	2,629	1,10%	3,1	-2,02E-03
Rata-rata	2,6277	1,17%	3,128	-3,34E-04

- 2) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal dengan adanya Interferensi pada Routing OSPF*: Skenario kedua yaitu layanan akses video *streaming* dari server oleh *client* dengan jalur normal menggunakan *routing protocol* OSPF dengan interferensi. Langkah pengujian dilakukan seperti pada skenario pertama. Hasil disajikan pada Tabel 8.

TABEL VIII
HASIL PENGUJIAN SKENARIO KEDUA

No.	Quality of service			
	Throughput (Mbps)	Packet loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	2,607	1,90%	3,86	-1,57E-03
2	2,527	4,90%	3,92	-7,77E-03
3	2,592	2,50%	3,77	-1,96E-05
4	2,55	4,10%	3,76	-2,76E-04
5	2,497	6,00%	3,82	-7,65E-03
6	2,587	2,70%	3,88	-2,52E-04
7	2,59	2,60%	3,8	-1,90E-04
8	2,603	2,10%	3,46	-5,15E-04
9	2,578	3,00%	3,9	-1,64E-02
10	2,604	2,00%	3,57	-2,38E-03
Rata-rata	2,5735	3,18%	3,774	-3,70E-03

- 3) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal tanpa adanya Interferensi pada Routing RIPv2*: Skenario ketiga yaitu layanan akses video *streaming* dari server oleh *client* dengan jalur normal menggunakan *routing protocol* RIPv2 tanpa adanya interferensi. Langkah pengujian dilakukan seperti pada skenario pertama. Hasil disajikan pada Tabel 9.

TABEL IX
HASIL PENGUJIAN SKENARIO KETIGA

No.	Quality of service			
	Throughput (Mbps)	Packet loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	2,631	1,00%	3,3	0,00963
2	2,553	4,00%	3,4	0,00247
3	2,595	2,40%	3,6	0,0127707
4	2,607	1,90%	3,38	3,95426E-05
5	2,628	1,10%	3,36	-3,79294E-05
6	2,617	1,50%	3,33	-0,0100367
7	2,612	1,80%	3,41	0,00932934
8	2,611	1,80%	3,44	-0,000207788
9	2,613	1,70%	3,45	-0,000246049
10	2,619	1,50%	3,18	0,00201491
Rata-rata	2,6086	1,87%	3,385	0,002572603

- 4) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing Normal dengan adanya Interferensi pada Routing RIPv2*: Skenario keempat yaitu layanan akses video streaming dari server oleh *client* dengan jalur normal menggunakan *routing protocol* RIPv2 dengan adanya interferensi. Langkah pengujian dilakukan seperti pada skenario pertama. Hasil disajikan pada Tabel 10.

TABEL X
HASIL PENGUJIAN SKENARIO KEEMPAT

No.	Quality of service			
	Throughput (Mbps)	Packet loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	2,595	2,40%	3,94	-0,000201326
2	2,458	7,50%	4,2	-0,000338031
3	2,533	4,70%	4	0,012388671
4	2,583	2,80%	3,93	-0,007018538
5	2,586	2,70%	4	-0,002403318
6	2,546	4,20%	4	-2,02634E-06
7	2,601	2,20%	3,93	-4,62318E-05
8	2,515	5,44%	4	-0,000368507
9	2,564	3,50%	3,95	-0,012056398
10	2,559	3,70%	3,97	-0,019212077
Rata-rata	2,554	3,91%	3,992	-0,002925778

- 5) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing OSPF dengan Adanya Cut off Jalur Utama*: Skenario kelima yaitu layanan akses video streaming dari server oleh *client* dengan *cut off* jalur normal menggunakan *routing protocol* OSPF. Langkah pengujian dilakukan seperti pada skenario pertama. Hasil disajikan pada Tabel 11.

TABEL XI
HASIL PENGUJIAN SKENARIO KELIMA

No.	Quality of service				Waktu Tersambung Jalur Backup (s)
	Throughput (Mbps)	Packet loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	
1	2,162	18,00%	3,91	-0,65513	31
2	2,04	22,00%	3,86	-0,641662	31

3	1,923	27,00%	4,1	-0,661101	32
4	1,882	29,00%	4,3	-0,626833	33
5	1,773	33,00%	4,3	-0,606172	35
6	1,721	35,00%	4,7	-0,65513	36
7	1,681	36,00%	4,87	-0,667508	37
8	1,628	38,00%	5,4	-0,983283	38
9	1,609	39,00%	5,04	-0,779518	39
10	1,595	40,00%	5,2	-0,750828	41
Rata-rata	1,8014	31,70%	4,568	-0,702716	35,3

- 6) *Pengujian Layanan Video Streaming Jalur Routing RIPv2 dengan Adanya Cut off Jalur Utama*: Skenario keenam yaitu layanan akses video streaming dari server oleh *client* dengan *cut off* jalur normal menggunakan *routing protocol* RIPv2. Langkah pengujian dilakukan seperti pada skenario pertama. Hasil disajikan pada Tabel 12.

TABEL XII
HASIL PENGUJIAN SKENARIO KEENAM

No.	Quality of service				Waktu Tersambung Jalur Backup (s)
	Throughput (Mbps)	Packet loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	
1	0,887	66,00%	8,3	-5,54259	152
2	0,775	77,00%	10,9	-7,56386	159
3	0,732	72,00%	11,4	-8,12238	163
4	0,71	73,00%	11,9	-8,54523	164
5	0,717	73,00%	12,1	-8,63249	164
6	0,614	76,00%	12,5	-9,5293	175
7	0,57	78,00%	15	-11,5952	177
8	0,558	79,00%	13	-10,3597	180
9	0,496	81,00%	18,9	-13,618	185
10	0,455	82,00%	18,3	-14,9099	187
Rata-rata	0,6514	75,70%	13,23	-9,84186	170,6

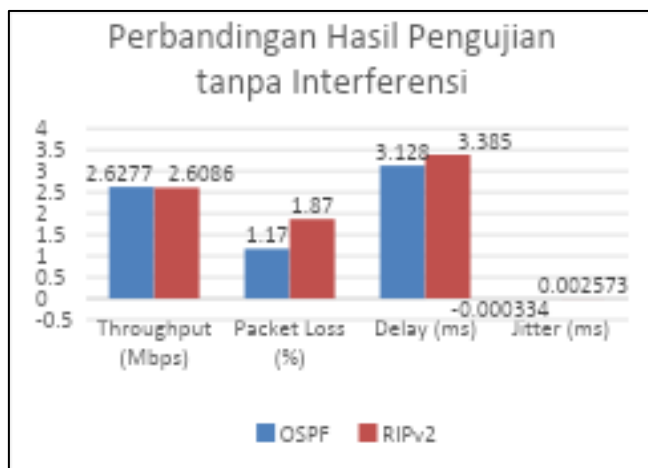
Pada pengujian skenario satu dan skenario tiga dilakukan tanpa adanya interferensi channel yang dilakukan selama 170 detik dalam proses pengambilan data wireshark dan pada skenario dua dan skenario empat dengan adanya interferensi channel yang dilakukan selama 170 detik dalam proses pengambilan data wireshark, dan untuk data yang diambil dari setiap pengujian yaitu pada packets di *time spand* 170, untuk skenario pengujian 5 dan 6 dilakukan *cut off* jalur utama lalu diambil data pengujian pada packets di *time spand* 230 detik

F. Optimize

Perbandingan hasil pengujian jalur normal *routing protocol* RIPv2 dan OSPF dikelompokkan berdasarkan sepuluh kali pengujian. Perbandingan *throughput* jalur normal disajikan pada Tabel 13.

TABEL XIII
PERBANDINGAN HASIL PENGUJIAN OSPF DAN RIPv2 TANPA INTERFERENSI

Parameter	OSPF	RIPv2
Throughput (Mbps)	2,6277	2,6086
Packet Loss (%)	1,17	1,87
Delay (ms)	3,128	3,385
Jitter (ms)	-0,000334	0,002573



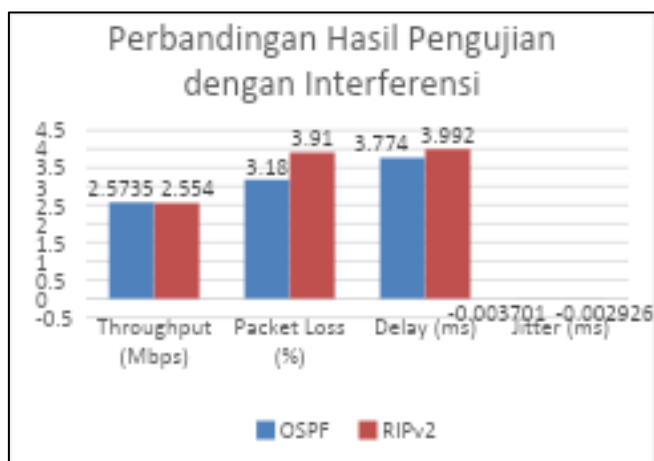
Gambar 8 Perbandingan Hasil OSPF dan RIPv2 tanpa Interferensi

Berdasarkan data pada Tabel 13, dan Gambar 8. OSPF pada seluruh parameter yang dievaluasi. Protokol ini mencatatkan throughput yang lebih tinggi (2,6277 Mbps vs 2,6086 Mbps), tingkat packet loss yang lebih rendah (1,17% vs 1,87%), dan delay (latensi) yang lebih singkat (3,128 ms vs 3,385 ms). Lebih lanjut, OSPF menunjukkan stabilitas koneksi yang superior, direfleksikan oleh nilai jitter yang mendekati nol (-0,000334 ms). Secara kolektif, temuan ini secara konklusif mengindikasikan bahwa OSPF merupakan protokol perutean yang lebih andal dan efisien untuk jaringan yang menuntut performa tinggi.

Kemudian dilakukan perbandingan hasil pengujian *routing protocol* RIPv2 dan OSPF dengan adanya interferensi. Hasil perbandingan pengujian pada Tabel 14.

TABEL XIV
PERBANDINGAN HASIL PENGUJIAN DENGAN INTERFERENSI

Parameter	OSPF	RIPv2
Throughput (Mbps)	2,5735	2,554
Packet Loss (%)	3,18	3,91
Delay (ms)	3,774	3,992
Jitter (ms)	-0,003701	-0,002926



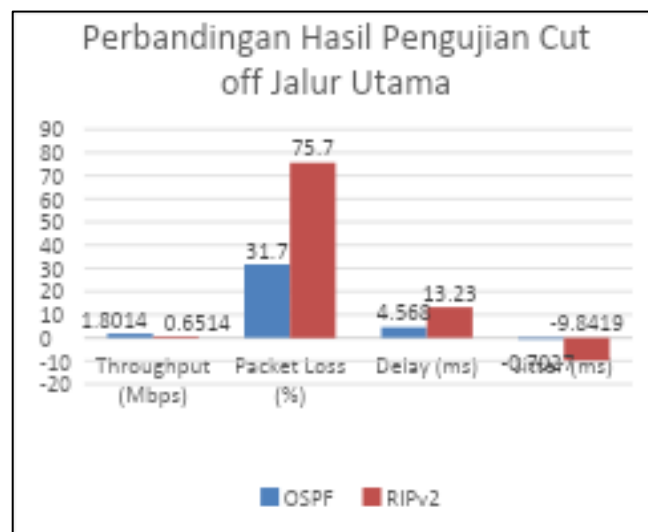
Gambar 9 Perbandingan Throughput dengan Interferensi

Berdasarkan data Tabel 16, dan Gambar 9. yang menunjukkan kinerja protokol dalam kondisi jaringan dengan interferensi, OSPF secara konsisten menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan RIPv2. Pada parameter throughput OSPF berhasil mempertahankan laju transfer data yang lebih tinggi (2,5735 Mbps) dibandingkan RIPv2 (2,554 Mbps). Ini menunjukkan OSPF lebih efisien dalam memanfaatkan *bandwidth* yang tersedia meskipun terdapat gangguan. Pada parameter packet Loss Tingkat kehilangan paket pada OSPF tercatat lebih rendah (3,18%) daripada RIPv2 (3,91%). Hal ini membuktikan bahwa OSPF lebih andal dalam memastikan paket data sampai ke tujuan saat jaringan tidak stabil. Pada parameter delay OSPF memiliki *delay* yang lebih rendah (3,774 ms) dibandingkan RIPv2 (3,992 ms). Artinya, OSPF mampu menemukan jalur pengiriman data yang lebih cepat di tengah interferensi. Pada parameter jitter mengukur stabilitas koneksi. Meskipun kedua nilai negatif, nilai *jitter* RIPv2 (-0,002926 ms) lebih mendekati nol dibandingkan OSPF (-0,003701 ms). Dalam parameter ini, RIPv2 menunjukkan stabilitas koneksi yang sedikit lebih baik.

Kemudian dilakukan perbandingan hasil pengujian *routing protocol* RIPv2 dan OSPF dengan *cut off* jalur utama. Hasil perbandingan pengujian pada Tabel 15.

TABEL XV
PERBANDINGAN HASIL PENGUJIAN CUT OFF JALUR UTAMA

Parameter	OSPF	RIPv2
Throughput (Mbps)	1,8014	0,6514
Packet Loss (%)	31,7	75,7
Delay (ms)	4,568	13,23
Jitter (ms)	-0,7027	-9,8419



Gambar 10 Hasil Perbandingan Cut off Jalur Utama

Berdasarkan data Tabel 15, dan Gambar 10. OSPF mempertahankan *throughput* yang jauh lebih tinggi (1,8014 Mbps vs 0,6514 Mbps) dengan *packet loss* yang jauh lebih rendah (31,7% vs 75,7%). Selain itu, OSPF menjaga kualitas

koneksi yang lebih baik dengan *delay* yang lebih singkat (4,568 ms vs 13,23 ms) dan *jitter* yang jauh lebih stabil (mendekati nol). pada waktu konvergensi, di mana OSPF mampu memulihkan rute dalam waktu rata rata 35,3 ms sementara RIPv2 membutuhkan 170,6 ms. Secara keseluruhan, kemampuan konvergensi yang cepat dan performa yang lebih baik di semua metrik membuktikan OSPF jauh lebih andal dan efisien dalam menangani perubahan topologi jaringan secara tiba-tiba.

Perbandingan hasil pengujian setiap skenario, pada kondisi jalur normal tanpa interferensi, OSPF memiliki *throughput* sebesar 2,6277 Mbps, sedangkan RIPv2 sebesar 2,6086 Mbps, yang berarti OSPF unggul sebesar 0,73%. Untuk parameter *packet loss*, OSPF mencatat nilai sebesar 1,17%, sementara RIPv2 mencapai 1,87%, sehingga OSPF memiliki *packet loss* lebih rendah sebesar 37,43%, menandakan efisiensi yang lebih baik dalam pengiriman data. *Delay* pada OSPF tercatat sebesar 3,128 ms, lebih cepat dibandingkan RIPv2 yang bernilai 3,385 ms, menjadikan *delay* OSPF lebih singkat sebesar 7,59%. Sedangkan untuk *jitter*, OSPF mencatat -0,000334156 ms, sementara RIPv2 memiliki nilai 0,002572603 ms. Walaupun nilainya sangat kecil, *jitter* OSPF lebih rendah sebesar 113,00%, menunjukkan kestabilan transmisi yang lebih baik.

Setelah interferensi diterapkan, OSPF mencatat *throughput* sebesar 2,5735 Mbps, sementara RIPv2 mencapai 2,554 Mbps, menunjukkan bahwa OSPF unggul sebesar 0,76%. Pada parameter *packet loss*, OSPF mengalami kenaikan menjadi 3,18%, sedangkan RIPv2 mencatat 3,91%, sehingga OSPF memiliki *packet loss* lebih rendah sebesar 18,67%. *Delay* OSPF sebesar 3,774 ms, sedangkan RIPv2 bernilai 3,992 ms, menjadikan *delay* OSPF lebih singkat sebesar 5,46%. Untuk *jitter*, OSPF memiliki nilai -0,0037008 ms, sementara RIPv2 sebesar -0,002925778 ms, artinya *jitter* OSPF masih lebih kecil sebesar 26,48%, menunjukkan kestabilan sinyal yang lebih konsisten.

Pada saat dilakukan pemutusan koneksi (cutoff), *throughput* OSPF turun menjadi 1,8014 Mbps, sedangkan RIPv2 mengalami penurunan signifikan hingga 0,6514 Mbps. Hal ini menunjukkan bahwa OSPF tetap memiliki *throughput* lebih tinggi sebesar 176,49%, menandakan ketangguhan OSPF dalam mempertahankan performa jaringan meskipun terjadi pemutusan jalur. *Packet loss* OSPF tercatat sebesar 31,70%, sementara RIPv2 mencapai 75,70%, sehingga OSPF memiliki *packet loss* lebih rendah sebesar 58,12%. *Delay* OSPF bernilai 4,568 ms, jauh lebih singkat dibandingkan RIPv2 yang mencapai 13,23 ms dengan selisih efisiensi sebesar 65,46%. Pada parameter *jitter*, OSPF mencatat -0,702716406 ms, sedangkan RIPv2 -9,841857961 ms, sehingga *jitter* OSPF masih lebih kecil sebesar 92,86%, menunjukkan stabilitas yang jauh lebih baik di kondisi ekstrem.

Skenario jalur normal tanpa interferensi menunjukkan *routing protocol* OSPF memiliki nilai pada parameter *throughput* dengan nilai 4 atau 'sangat bagus' untuk RIPv2 dengan nilai 4 atau 'sangat bagus', pada *packet loss* kedua protocol mendapatkan nilai 4 atau 'sangat bagus', untuk *delay* kedua protocol mendapatkan nilai 4 atau 'sangat bagus', pada *jitter* kedua protocol mendapatkan nilai 3 'bagus'.

Jalur interferensi *routing protocol* menunjukkan pada *throughput* kedua protocol mendapatkan nilai 4 atau 'sangat bagus', pada *packet loss* kedua protocol mendapatkan nilai 3 atau 'bagus', pada *delay* kedua protocol mendapatkan nilai 4 atau 'sangat bagus', pada *jitter* kedua protocol mendapatkan nilai 3 'bagus'. pada *routing* RIPv2 interferensi *throughput* lebih rendah, *packet loss* lebih tinggi, *delay* lebih tinggi, dan *jitter* yang lebih tinggi pada RIPv2 tidak sebaik OSPF.

Cut off jalur utama *routing protocol* OSPF menunjukkan pada *throughput* mendapatkan nilai 3 atau 'bagus' RIPv2 mendapatkan nilai 1 'jelek', pada *packet loss* kedua protocol mendapatkan nilai 1 atau 'jelek', pada *delay* kedua protocol mendapatkan nilai 4 atau 'sangat bagus', pada *jitter* kedua protocol mendapatkan nilai 3 'bagus'.

Pada tahap terakhir ini dilakukan evaluasi terhadap respon hasil dari pengujian untuk menentukan dengan menggunakan standar TIPHON untuk menilai *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dari setiap *routing* kemudian mendapatkan hasil dari pengujian *routing protocol* mana yang lebih baik antara *routing* RIPv2 atau OSPF dalam transmisi wireless dimana terdapat perbandingan antara *Throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dari setiap *routing* yang akan disajikan dalam bentuk perbandingan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian *client* dapat mengakses layanan video *streaming* pada server menggunakan *tools* VLC media player dengan memasukkan alamat *rtmp://192.168.40.254/live*, *routing protocol* yang digunakan saat *streaming* yaitu OSPF dan RIPv2.

Berdasarkan hasil pengujian pada kondisi jalur normal tanpa interferensi, OSPF memiliki *throughput* sebesar 2,6277 Mbps, sedangkan RIPv2 sebesar 2,6086 Mbps, yang berarti OSPF unggul sebesar 0,73%. Untuk parameter *packet loss*, OSPF mencatat nilai sebesar 1,17%, sementara RIPv2 mencapai 1,87%, sehingga OSPF memiliki *packet loss* lebih rendah sebesar 37,43%, menandakan efisiensi yang lebih baik dalam pengiriman data. *Delay* pada OSPF tercatat sebesar 3,128 ms, lebih cepat dibandingkan RIPv2 yang bernilai 3,385 ms, menjadikan *delay* OSPF lebih singkat sebesar 7,59%. Sedangkan untuk *jitter*, OSPF mencatat -0,000334156 ms, sementara RIPv2 memiliki nilai 0,002572603 ms. Walaupun nilainya sangat kecil, *jitter* OSPF lebih rendah sebesar 113,00%, menunjukkan kestabilan transmisi yang lebih baik.

Setelah interferensi diterapkan, OSPF mencatat *throughput* sebesar 2,5735 Mbps, sementara RIPv2 mencapai 2,554 Mbps, menunjukkan bahwa OSPF unggul sebesar 0,76%. Pada parameter *packet loss*, OSPF mengalami kenaikan menjadi 3,18%, sedangkan RIPv2 mencatat 3,91%, sehingga OSPF memiliki *packet loss* lebih rendah sebesar 18,67%. *Delay* OSPF sebesar 3,774 ms, sedangkan RIPv2 bernilai 3,992 ms, menjadikan *delay* OSPF lebih singkat sebesar 5,46%. Untuk *jitter*, OSPF memiliki nilai -0,0037008 ms, sementara RIPv2 sebesar -0,002925778 ms, artinya *jitter* OSPF masih lebih kecil sebesar 26,48%, menunjukkan kestabilan sinyal yang lebih konsisten.

Pada saat dilakukan pemutusan koneksi (cutoff), *throughput* OSPF turun menjadi 1,8014 Mbps, sedangkan

RIPv2 mengalami penurunan signifikan hingga 0,6514 Mbps. Hal ini menunjukkan bahwa OSPF tetap memiliki *throughput* lebih tinggi sebesar 176,49%, menandakan ketangguhan OSPF dalam mempertahankan performa jaringan meskipun terjadi pemutusan jalur. *Packet loss* OSPF tercatat sebesar 31,70%, sementara RIPv2 mencapai 75,70%, sehingga OSPF memiliki *packet loss* lebih rendah sebesar 58,12%. *Delay* OSPF bernilai 4,568 ms, jauh lebih singkat dibandingkan RIPv2 yang mencapai 13,23 ms, dengan selisih efisiensi sebesar 65,46%. Pada parameter *jitter*, OSPF mencatat -0,702716406 ms, sedangkan RIPv2 -9,841857961 ms, sehingga *jitter* OSPF masih lebih kecil sebesar 92,86%, menunjukkan stabilitas yang jauh lebih baik di kondisi ekstrim menunjukkan bahwa OSPF lebih efisien dan stabil dalam mengelola lalu lintas data, baik dalam kondisi jaringan interferensi dan dengan interferensi.

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan jenis protokol *routing* yang digunakan, menambahkan jumlah perangkat yang diterapkan pada arsitektur jaringan, seperti menambahkan jumlah *router*, *host*, atau perangkat koneksi nirkabel yang bertindak sebagai *client*. Perangkat tersebut dapat berupa *smartphone*, *PC*, dan perangkat *end user* lainnya untuk mengakses layanan video *streaming* dari server. Penelitian dapat dikembangkan menggunakan perangkat *mobile*, arsitektur jaringan yang terkoneksi dengan internet sebagai penyedia layanan video *streaming*, menggunakan media transmisi lainnya, seperti kabel fiber optik, satelit komunikasi, dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. El Marai, T. Taleb, M. Menacer, and M. Koudil, "On Improving Video Streaming Efficiency, Fairness, Stability, and Convergence Time Through Client-Server Cooperation," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 64, no. 1, pp. 11–25, Mar. 2018, doi: 10.1109/TBC.2017.2781146.
- [2] F. Nabhan Zaki, "Analisis Perbandingan Quality Of Service (Qos) Pada Video Streaming Dengan Metode PCQ Dan HTB Menggunakan Router Mikrotik," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 3, 2021.
- [3] Z. Duan, "Research on Switching Mechanism of Computer Virtual Network Routing," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Oct. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1648/4/042041.
- [4] jawaban All, "Apa yang Dimaksud dengan Interior Gateway Protocol dan Exterior Gateway Protocol?," <https://ikatanindas.com/apa-yang-dimaksud-dengan-interior-gateway-protocol-dan-exterior-gateway-protocol/>, 2023.
- [5] G. Ramadhani, F. Maulana Sugiartana Nursuwars, and R. Gunawan, "Studi Komparasi Kinerja Interior Gateway Protocol Berbasis Distance Vector dan Link State," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 5, no. 1, pp. 144–153, Mar. 2023, doi: 10.32528/elkom.v5i1.7993.
- [6] I. Maulana, "Jurnal," Jun. 2021.
- [7] M. Athira, L. Abrahimi, and R. G. Sangeetha, "Study on network performance of interior gateway protocols-RIP, EIGRP and OSPF," in *2017 International Conference On Nextgen Electronic Technologies: Silicon to Software, ICNETS2 2017*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2017, pp. 344–348. doi: 10.1109/ICNETS2.2017.8067958.
- [8] M. Iqbal, "Routing Information Protocol (RIP)," <https://miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id/routing-information-protocol-rip/>, 2020.
- [9] Adware, "Difference Between RIP and OSPF," <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-rip-and-ospf/>.
- [10] JE. P. Saputra, A. Saryoko, M. Maulidah, N. Hidayati, and S. Dalis, "Analisis Quality of Service (QoS) Performa Jaringan Internet Wireless LAN PT. Bhineka Swadaya Pertama," *Jurnal Sains dan Manajemen*, vol. 11, no. 1, 2023.
- [11] B. Alnur, Mulyono, F. Amillia, and Sutoyo, "Performance Analysis of 10 Mbps Wireless Iconnet in Perumahan Bumi Mi'raj," 2023.
- [12] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [13] S. Turangga and Y. Arie, "Analisis Internet Menggunakan Parameter QualityOf Service Pada Alfamart Tuparev 70," 2022.
- [14] G. Ardhyogi and B. Soewito, "Infrastructure Sharing Planning In Def Industrial Area Using Ppdioo Framework," *J Theor Appl Inf Technol*, vol. 15, no. 13, 2022, [Online]. Available: www.jatit.org