

ANALISIS KINERJA PROTOKOL ROUTING DINAMIS IS-IS UNTUK MENINGKATKAN PERFORMANSI JARINGAN HYBRID KAMPUS UNUD DENPASAR

Sufiana Binti Dona¹, Dewa Made Wiharta², Ngurah Indra ER²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jalan Raya Kampus Unud
Jimbaran, Bali

sufianadona@gmail.com, wiharta@unud.ac.id, indra@unud.ac.id

ABSTRAK

Sebagai pusat layanan teknologi informasi dan komunikasi, *Global Distance Learning Network* (GDLN) Universitas Udayana harus mempertimbangkan kembali implementasi protokol *routing* statis yang sudah diterapkan dalam memenuhi kebutuhan jaringan komputer yang terus meningkat. Protokol *routing* dinamis, salah satunya *Intermediate System to Intermediate System* (IS-IS), dapat digunakan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi saat ini dengan *routing* statis, dan berfungsi sebagai pilihan yang lebih layak untuk kebutuhan jaringan yang lebih besar. Penelitian ini mengevaluasi penerapan protokol *routing* statis dan IS-IS di Kampus UNUD Denpasar dengan menggunakan *Graphical Network Simulator-3* untuk mengetahui pemanfaatan protokol *routing* IS-IS di masa mendatang. Parameter *Quality of Service* (QoS) digunakan untuk menilai kinerja jaringan, sedangkan skenario yang digunakan termasuk interval PING dengan pengaturan yang mendekati *streaming* video YouTube. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa kedua protokol *routing* menunjukkan kualitas layanan yang baik, memenuhi kriteria TIPHON dengan hasil evaluasi yang sangat baik untuk *packet loss*, *throughput*, dan *delay*, di samping kriteria yang memuaskan untuk *jitter*. Pengujian simulasi menunjukkan keunggulan protokol *routing* IS-IS dibandingkan *routing* statis ketika mentransmisikan data yang terdiri dari format *streaming* video beresolusi tinggi seperti 480p, 720p, dan 1080p. Di sisi lain, *routing* statis lebih sesuai untuk menyebarkan data yang terdiri dari *streaming* video beresolusi lebih rendah (360p). Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa protokol *routing* dinamis IS-IS lebih sesuai untuk memenuhi permintaan jaringan pada skala yang lebih besar.

Kata kunci : *Routing* Dinamis, *Routing* Statis, *Routing* IS-IS, QoS, GDLN, Universitas Udayana

ABSTRACT

As a center for Information and Communication Technology services, the *Global Distance Learning Network* (GDLN) of Udayana University must reconsider the implementation of static routing protocols that have been applied to meet the increasing demands of computer networks. Dynamic routing protocols, such as *Intermediate System to Intermediate System* (IS-IS), can be used to address the challenges currently faced with static routing, and serve as a more viable option for larger network requirements. This research evaluates the implementation of static routing protocols and IS-IS at the UNUD Denpasar campus using *Graphical Network Simulator-3* to assess the future utilization of the IS-IS routing protocol. *Quality of Service* (QoS) parameters are used to assess network performance, while the scenarios include PING intervals with settings close to streaming YouTube videos. The research findings reveal that both routing protocols exhibit good service quality, meeting TIPHON criteria with excellent evaluations for *packet loss*, *throughput*, and *delay*, in addition to satisfactory criteria for *jitter*. Simulation tests demonstrate the superiority of the IS-IS routing protocol compared to static routing when transmitting data in high-resolution streaming video formats like 480p, 720p, and 1080p. On the other hand, static routing is more suitable for disseminating data consisting of lower-resolution streaming videos (360p). Based on the research results, it can be inferred that the dynamic routing protocol IS-IS is more suitable for meeting network demands on a larger scale.

Key Words : *Dynamic Routing*, *Static Routing*, *IS-IS Routing*, QoS, GDLN, Udayana University

1. PENDAHULUAN

GDLN di Universitas Udayana (UNUD) Kampus Sudirman menjadi pusat layanan teknologi informasi dan komunikasi untuk seluruh kampus UNUD, seperti akses

internet, radio, dan pembelajaran melalui *video conference*. Beberapa lokasi yang dilayani oleh GDLN UNUD yaitu Kampus Sudirman, Kampus Nias, Kampus Bukit, Kebun Percobaan, dan Rumah Sakit

Hewan. Hasil observasi lapangan dan wawancara bersama Staf GDLN menunjukkan bahwa topologi jaringan yang digunakan adalah topologi hybrid dengan metode protokol *routing* yang masih statis. Penggunaan protokol *routing* statis lebih praktis dan mudah, tetapi ketika terjadi perubahan topologi (kegagalan jaringan atau penambahan perangkat) administrator jaringan harus mengkonfigurasi ulang *server* atau perangkat secara langsung di lokasi *server*.

Dari beberapa referensi, menyatakan bahwa penggunaan protokol *routing* statis pada jaringan berskala besar kurang memungkinkan karena konfigurasi yang dilakukan secara manual semakin sulit dengan banyaknya perangkat dan membutuhkan waktu yang lama dalam mengkonfigurasinya. *Routing* statis juga tidak bisa menyesuaikan dengan perubahan kondisi jaringan rute secara otomatis sehingga ketika terjadi kegagalan rute, paket akan tetap dikirimkan melalui rute tersebut meskipun sudah tidak tersedia sehingga menyebabkan gangguan dalam komunikasi jaringan [1].

Seiring bertambahnya kebutuhan pengguna jaringan komputer, beberapa jenis protokol *routing* selain *routing* statis digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan jaringan yang besar. Dari beberapa penelitian dan referensi [2], yaitu referensi yang menyatakan keunggulan dari *routing* dinamis dibandingkan *routing* statis untuk jaringan berskala besar. *Routing* dinamis menggunakan konfigurasi yang lebih cepat dan bisa melakukan *update* rute transmisi data secara otomatis sehingga lebih aman ketika terjadi perubahan topologi jaringan atau kegagalan jaringan. Terdapat beberapa jenis *routing* dinamis yang sering digunakan untuk jaringan berskala besar seperti IS-IS (Intermediate System to Intermediate System). *Routing* IS-IS merupakan protokol *routing* yang bekerja menggunakan algoritma *link state* yang memiliki kelebihan maupun kekurangan [3].

Dalam penelitian ini mengangkat pemanfaatan protokol *routing* IS-IS di Kampus Sudirman dan Kampus Nias Universitas Udayana dengan

membandingkan protokol *routing* yang sudah ada (*routing* statis) secara simulasi. Hasil simulasi kemudian dianalisis berdasarkan parameter QoS (*packet loss*, *throughput*, *delay* dan *jitter*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Routing Protocol*

Routing protocol adalah aturan pada sebuah router dalam berkomunikasi dengan router lain untuk menentukan jalur pengiriman data dari lokasi asal ke lokasi tujuan. Proses *routing* tersebut akan mempelajari bentuk topologi jaringan dan mengelola informasi terkait rute dan *interface* router menjadi sebuah tabel *routing*. Protokol *routing* dimanfaatkan oleh router untuk mengetahui *destination address*, mengenali sumber informasi perutean, menemukan dan melakukan pemilihan rute, serta menjaga informasi perutean atau *routing* [2].

2.2 *Routing Protocol Statis*

Protokol *routing* statis adalah metode pengaturan manual tabel rute pada router atau perangkat jaringan lainnya [4]. Dalam pengaturan statis, administrator secara manual menentukan dan mengkonfigurasi rute-rute yang akan diambil oleh paket data dalam jaringan. Dalam konteks ini, "statis" berarti bahwa rute atau jalur yang ditentukan tidak berubah kecuali adanya intervensi manusia untuk memperbaiki atau mengubah konfigurasi. Berikut adalah beberapa karakteristik dari *routing* protokol statis, yaitu [5]:

1. Konfigurasi Manual: Administrator jaringan secara manual menentukan dan mengkonfigurasi rute-rute yang akan digunakan paket data.
2. Tidak Ada Pembaruan Otomatis: Protokol *routing* statis tidak memperbarui rute secara otomatis ketika kondisi jaringan berubah. Sehingga, administrator harus secara manual memperbarui tabel *routing* jika ada perubahan topologi jaringan atau kegagalan pada jalur tertentu.
3. Kehandalan dan Prediktabilitas: Administrator memiliki kontrol penuh atas jalur yang dipilih sehingga protokol

routing statis dapat diprediksi dan dapat diandalkan karena rute ditentukan secara manual.

4. Cocok untuk Jaringan Kecil atau Sederhana: Protokol *routing* statis berfungsi dengan baik untuk jaringan yang tidak mengalami perubahan dan jaringan kecil dengan topologi yang stabil dan tidak terlalu kompleks.
5. Tidak *Scalable*: Pemeliharaan tabel rute secara manual memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan manusiawi dalam jaringan yang besar atau kompleks.
6. Kemampuan untuk Menetapkan Jalur Preferensial: Untuk mengoptimalkan lalu lintas, administrator memiliki kontrol penuh atas rute yang dipilih.
7. Tidak Mendukung Redundansi dengan Mudah: Dalam protokol *routing* statis, menerapkan redundansi atau rute alternatif membutuhkan konfigurasi dan pemeliharaan yang lebih teliti.

2.3 Routing Protocol IS-IS

Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) merupakan salah satu protokol *dynamic routing* dengan metode *routing link-state* [6]. Dengan *link-state*, router saling bertukar informasi topologi jaringan dengan melakukan *adjacency* pada router-router tetangga dan mengirimkan paket *hello*. Informasi topologi jaringan dari router tetangga tersebut kemudian dibangun menjadi database topologi. Database topologi digunakan untuk menghitung jalur terbaik atau rute terpendek ke tujuan dengan menggunakan perhitungan algoritma Dijkstra.

Protokol IS-IS menggunakan jalur *level* yang terdiri dari dua tingkat *level*. *Level 1*, Router *level 1* akan mengetahui keseluruhan dari topologi jaringan pada cakupan router tersebut dan kemudian mengirimkannya ke router 2 [7]. Protokol IS-IS juga mendukung pengalamatan jaringan yang berkonsep VLSM dan mekanisme *route summarization* untuk menghemat memori router. Untuk mengetahui identitas router dalam sebuah jaringan, protokol IS-IS dalam bertukar informasi menggunakan

NET (*Network Entity Title*) Address sebagai mekanisme pengalamatan.

49.0001.1921.6800.1002.00
AFI Area ID System ID (Io0) NSEL

Gambar 1. Contoh penulisan *Net Address*

Dalam konteks *routing* IS-IS (*Intermediate System-to-Intermediate System*), "*Net Address*" mengacu pada alamat jaringan yang digunakan untuk membentuk *adjacency* dan mengirimkan pesan IS-IS antar router. Alamat jaringan ini digunakan untuk mengidentifikasi router di jaringan IS-IS dan memastikan bahwa router tersebut dapat saling berkomunikasi. Format alamat jaringan IS-IS terdiri dari 8-20 *byte* dan beberapa bagian, yaitu [3]:

1. Area Format *Identifier* (AFI): Menunjukkan format alamat yang digunakan dalam area.
2. ID Area: Bagian dari alamat yang menunjukkan area IS-IS di mana router berada.
3. ID Sistem: Mengidentifikasi router secara unik dalam area tersebut.
4. ID NSEL: Bagian dari alamat yang menentukan router tertentu di dalam jaringan.

Alamat jaringan ini diumumkan dalam paket *Hello* selama proses inialisasi dan pembentukan *adjacency*. Setelah *adjacency* terbentuk, router akan bertukar LSPs (*Link State Packets*) untuk membangun dan memelihara database topologi.

2.4 Packet Internet Groper (PING)

Packet Internet Groper adalah singkatan dari PING yang merupakan alat diagnostik jaringan yang sering digunakan. PING bertujuan untuk menguji konektivitas jaringan antara dua perangkat (mengukur waktu respon dari tujuan tertentu dalam jaringan) [8]. Pada awalnya, PING dikembangkan oleh Mike Muuss pada tahun 1983 di Laboratorium Penelitian Angkatan Darat Amerika Serikat. Adapun fungsi utama dari PING diantaranya:

1. Menguji Konektivitas: PING digunakan untuk memastikan bahwa dua perangkat dapat saling berkomunikasi melalui jaringan.

2. Mengukur Waktu Respons: PING juga memberikan informasi tentang waktu yang diperlukan untuk paket pergi dari *host* sumber ke tujuan dan kembali.
3. Memeriksa Kualitas Jaringan: PING dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah dalam jaringan seperti *packet loss*, *latency* tinggi, *jitter*.

2.5 Packet Loss, Throughput, Delay, Jitter, dan Fault Tolerance

Packet loss adalah kegagalan pengiriman paket ke tujuan yang terjadi selama proses pengiriman. *Throughput* adalah kecepatan *bandwidth* dalam proses pengiriman paket data dan diukur dalam satuan bps [9]. *Delay* adalah waktu tunggu yang disebabkan oleh pengiriman sebuah data dari titik satu ke titik lainnya [1]. *Jitter* adalah variasi dari suatu *delay* karena panjang *queue* dan pengiriman kembali paket-paket data yang gagal dikirim.

Pada tabel 1, dapat dilihat kategori dan indeks dari *Packet Loss*, *Throughput*, *Delay*, dan *Jitter* berdasarkan standar TIPHON [10].

Tabel 1. Parameter *Packet Loss*, *Throughput*, *Delay*, dan *Jitter* berdasarkan standar TIPHON.

Kategori dan indeks	Packet Loss (%)	Throughput (bps)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Sangat Bagus (4)	0%	>100	<150	0
Bagus (3)	3%	75	300	75
Cukup (2)	15%	50	450	125
Buruk (1)	>25%	<25	>450	225

2.6 Streaming Video YouTube Dan Interval PING

Streaming video YouTube adalah proses memutar video dari situs web YouTube atau aplikasi YouTube secara langsung dengan koneksi internet tanpa perlu mengunduh file video terlebih dahulu. Teknologi *streaming* memungkinkan video dimuat secara bertahap dan diputar saat masih dalam proses pengunduhan. YouTube memberikan pengalaman menonton video yang mudah dengan memungkinkan pengguna memilih resolusi video sesuai preferensi dan kecepatan internet pengguna.

Parameter interval pada perintah PING merupakan opsi yang memungkinkan dalam menentukan *interval* waktu pada setiap pengiriman paket data. Pengaturan parameter *interval* dapat diartikan sebagai waktu tunggu komputer dalam mengirimkan paket berikutnya. Adapun kecepatan jaringan yang dibutuhkan ketika melakukan *streaming* video YouTube dan nilai *interval*-nya dapat dilihat pada tabel 3 [11].

Tabel 3. Parameter nilai *interval* dari resolusi video *streaming* YouTube

Resolusi Video	Rekomendasi Kecepatan Device	Nilai Interval (-)
HD 1080p	5 Mbps	2 ms
HD 720p	2.5 Mbps	4.65 ms
SD 480p	1.1 Mbps	10.6 ms
SD 360p	0.7 Mbps	16.5 ms

Nilai *interval* didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

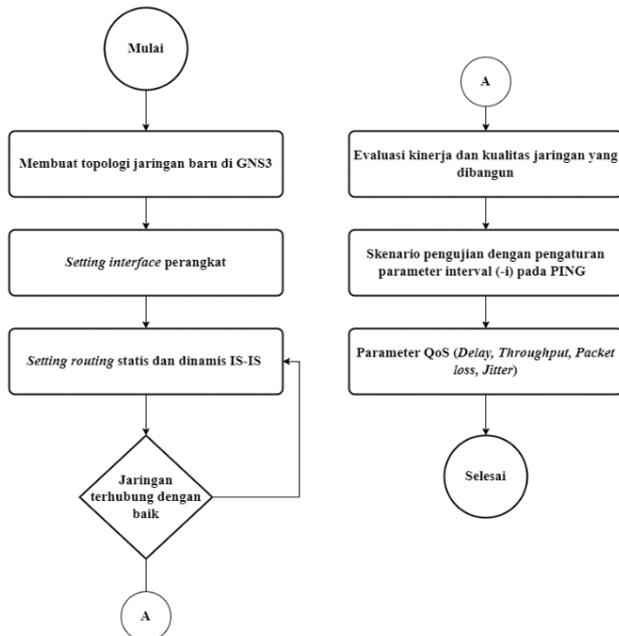
$$\text{Waktu Interval (ms)} = \frac{1 \text{ sekon}}{\text{Jumlah Paket}} \tag{1}$$

$$\text{Waktu Interval (ms)} = \frac{(1 \text{ sekon})}{\left(\frac{RKD}{\text{Payload data}}\right)} \tag{2}$$

dengan *RKD* adalah kecepatan *device* dalam satuan megabit per sekon, *Payload data* adalah jumlah data (bit) yang dikirim pada saat melakukan proses PING.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap simulasi protokol *routing* dinamis IS-IS untuk peningkatan kinerja jaringan *hybrid* Kampus UNUD Denpasar. Proses simulasi menggunakan GNS3 sebagai simulator dan Wireshark sebagai *analyzer* jaringan yang dibangun. Diagram alir dari tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

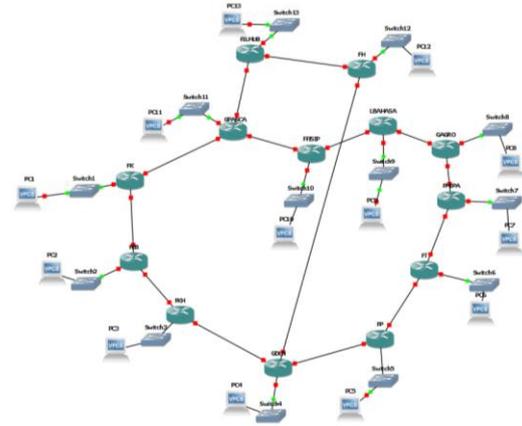
Berikut adalah penjelasan dari diagram alir penelitian:

1. Membuat atau mendesain infrastruktur jaringan baru di Kampus UNUD Sudirman menggunakan simulator GNS3.
2. Melakukan konfigurasi dasar (IP, subnet mask, dan default gateway) pada setiap perangkat dalam jaringan.
3. Setelah perangkat terkonfigurasi, kemudian melakukan konfigurasi routing statis dan IS-IS ke semua perangkat router pada topologi jaringan.
4. Melakukan pengujian apakah setiap perangkat dalam jaringan dapat terhubung dengan melakukan PING dari PC sumber (*source*) ke IP tujuan.
5. Melakukan skenario pengujian dengan menambah pengaturan parameter pada perintah PING, kemudian melakukan *capture* jaringan yang akan diuji menggunakan Wireshark yang terintegrasi pada simulator GNS3.
6. Melakukan evaluasi dan analisis terhadap kinerja jaringan menggunakan parameter QoS.
7. Membuat kesimpulan dari hasil evaluasi dan analisis terhadap kinerja routing dinamis pada topologi jaringan yang dibangun.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Perancangan Topologi dan Desain Jaringan

Desain dari simulasi jaringan yang dibangun dengan *routing* statis dan *routing* dinamis IS-IS menggunakan peralatan seperti VPCS/PC, *router*, *switch* dan kabel *fast ethernet* yang mana sudah terintegrasi dalam GNS3. Adapun desain dari simulasi jaringan yang dibangun dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain perancangan jaringan yang dibangun

Jaringan tersebut menggunakan topologi jaringan *hybrid* (*ring* dan *star*) tanpa terhubung ke semua node router (*full mesh*). Adapun alokasi pembagian ip pada router dan PC dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Alokasi pembagian ip Router dan PC

Nama Router	Lokasi Router	Fast Ethernet 0/0	Fast Ethernet 0/1	Fast Ethernet 1/0	Fast Ethernet 1/1
FK	F. Kedokteran	10.10.10.1	9.9.9.2	192.168.1.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
FEB	F. Ekonomi Bisnis	10.10.10.2	11.11.11.1	192.168.2.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
FKX	F. Kedokteran Hewan	11.11.11.2	12.12.12.1	192.168.3.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
GDLN	GDLN	12.12.12.2	13.13.13.1	21.12.21.2	192.168.4.2
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0
FP	F. Pariwisata	13.13.13.2	14.14.14.1	192.168.5.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
FT	F. Teknik	14.14.14.2	15.15.15.1	192.168.6.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
FMIPA	F. Mipa	15.15.15.2	16.16.16.1	192.168.7.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
GAGRO	Gedung Agro	16.16.16.2	17.17.17.1	192.168.8.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
LBAHASA	Lab Bahasa	17.17.17.2	18.18.18.1	192.168.9.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
FFISIP	F. Fisip	18.18.18.2	19.19.19.1	192.168.10.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
GPASCA	Gedung P. Sarjana	19.19.19.2	9.9.9.1	8.8.8.2	192.168.11.2
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0
FH	F. Hukum	21.21.21.1	20.20.20.2	192.168.12.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	
FLMUB	F. Ilmu Budaya	20.20.20.2	8.8.8.1	192.168.13.2	
		255.255.255.128	255.255.255.128	255.255.255.0	

a) Alokasi pembagian IP pada router

VPCS	Lokasi Router	IP
PC1	Fakultas Kedokteran	192.168.1.1/24
PC2	Fakultas Ekonomi Bisnis	192.168.2.1/24
PC3	Fakultas Kedokteran Hewan	192.168.3.1/24
PC4	GDLN	192.168.4.1/24
PC5	Fakultas Pariwisata	192.168.5.1/24
PC6	Fakultas Teknik	192.168.6.1/24
PC7	Fakultas MIPA	192.168.7.1/24
PC8	Gedung Agro	192.168.8.1/24
PC9	Lab Bahasa	192.168.9.1/24
PC10	Fakultas Fisip	192.168.10.1/24
PC11	Gedung Pascasarjana	192.168.11.1/24
PC12	Fakultas Hukum	192.168.12.1/24
PC13	Fakultas Ilmu Budaya	192.168.13.1/24

b) Alokasi pembagian IP pada PC/VPCS

4.2 Skenario Pengujian

Skenario pengujian dilakukan dengan melakukan perintah PING dari PC4 (GDLN) ke 12 PC lainnya. Pada proses PING dilakukan penyesuaian kecepatan *streaming* YouTube untuk mendapatkan hasil kualitas jaringan seperti melakukan *streaming* pada video YouTube dengan mengatur parameter *interval* (-i) sebesar 2 ms (1080p), 4,65 ms (720p), 10,6 ms (480p), dan 16,5 ms (360p). Pada perintah PING juga dilakukan pengaturan jumlah paket yang dikirimkan (-c) sebesar 50 paket dan ukuran *payload* data setiap pengiriman paket (-l) sebesar 1456 bytes.

4.3 Hasil dan Analisis Perbandingan Kinerja Routing Statis, Routing Dinamis IS-IS

Hasil pada bagian ini menunjukkan perbedaan kinerja antara kedua skema routing yaitu *routing* statis dan *routing* IS-IS pada skenario simulasi awal, yaitu pengaturan parameter *interval* pada proses PING. Pengaturan parameter *interval* disesuaikan dengan resolusi video *streaming* Youtube dari hasil perhitungan dengan formula (1) sehingga menyerupai kondisi ketika melakukan *streaming* video dengan PING. Namun, *payload* atau data yang dikirim pada proses PING diatur sebesar 1456 bytes dengan total paket sebesar 50 paket.

Berikut merupakan tabel perbandingan hasil *average* dari parameter QoS pada *routing* statis dan *routing* IS-IS.

Tabel 4. Tabel perbandingan hasil *average* parameter QoS *routing* statis dan *routing* IS-IS

No	Resolusi Video	Parameter QoS Routing Statis			
		Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (kbps)
1	SD 360P	0	29,15	28,2	333,33
2	SD 480P	0	32,32	31,27	338,67
3	HD 720P	0	30,35	29,46	393,67
4	HD 1080p	0	28,94	28,17	422,08

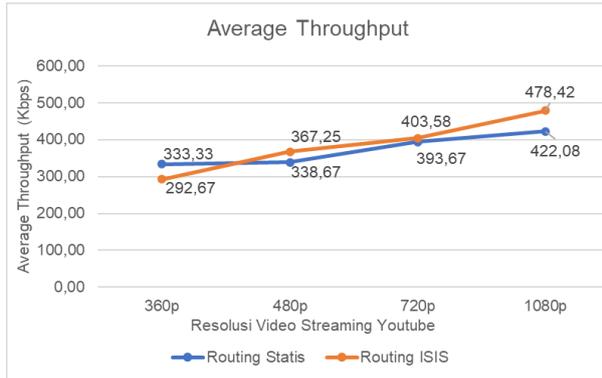
a) Hasil *average* parameter QoS *routing* statis

No	Resolusi Video	Parameter QoS Routing Dinamis IS-IS			
		Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (kbps)
1	SD 360P	0	33,2	31,86	292,67
2	SD 480P	0	28,18	27,31	367,25
3	HD 720P	0	28,31	27,37	403,58
4	HD 1080p	0	25,03	24,28	478,42

b) Hasil *average* parameter QoS *routing* dinamis IS-IS

Tabel 4 memperlihatkan hasil rata-rata yang didapatkan dari kedua *routing* statis maupun IS-IS selama pengujian dari parameter QoS yaitu *Packet Loss*, *Throughput*, *Delay* dan *Jitter*. Dimana tabel tersebut menunjukkan hasil parameter *packet loss*, *throughput* dan *delay* yang sudah memenuhi standar TIPHON dengan kategori sangat bagus dan berindeks 4. Disusul dengan hasil parameter *jitter* dengan kategori bagus dan berindeks 3. Hasil pengujian dan evaluasi parameter *packet loss* yang diuji dari 12 percobaan untuk *routing* statis dan *routing* IS-IS mendapatkan nilai 0%, yang menandakan bahwa kesemua paket yang dikirim berhasil diterima dan sampai ke alamat tujuan 100%.

Berikut merupakan indeks perbandingan hasil rata-rata *throughput* pada skema *routing* Statis dan IS-IS.

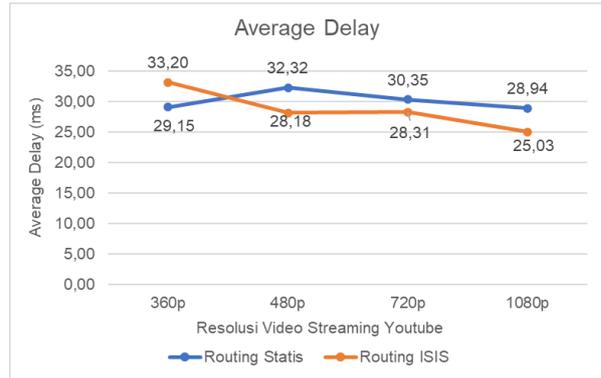


Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil Average Throughput pada Routing Statis dan IS-IS

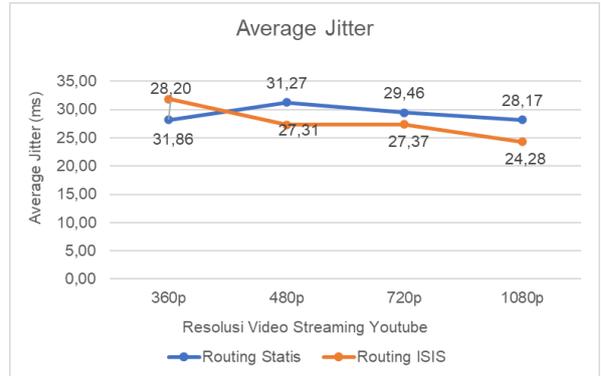
Gambar 4 menampilkan grafik hasil perbandingan nilai rata-rata *throughput* pada pola *routing* statis dengan *routing* dinamis IS-IS, hasil rata-rata *throughput* kedua pola *routing* pada resolusi video 480p, 720p dan 1080p memiliki rata-rata selisih sebesar 31,61 Kbps. Hasil rata-rata *throughput* *routing* IS-IS jauh lebih baik jika diterapkan pada skenario melakukan *streaming* video dengan resolusi 480p, 720p dan 1080p. Sedangkan *routing* statis mendapatkan rata-rata *throughput* lebih baik pada skenario melakukan *streaming* video dengan resolusi 360p. Hal ini dikarenakan pada protokol *routing* IS-IS memiliki kemampuan untuk memilih rute pengiriman yang paling ideal, yang dapat menghasilkan *throughput* yang lebih tinggi pada resolusi video 480p, 720p dan 1080p.

Dengan kata lain, data dapat mengikuti rute dengan latensi lebih rendah dan *bottleneck* yang lebih sedikit, sehingga menghasilkan kualitas *streaming* video yang lebih baik. *Routing* IS-IS juga dapat membagi lalu lintas secara merata di antara jalur, yang memungkinkan kapasitas jaringan digunakan lebih optimal sehingga dapat mengurangi kemungkinan *overutilization* pada salah satu jalur yang dapat berdampak pada *throughput*. Dengan demikian, hasil *average* nilai *throughput* yang tinggi pada *routing* IS-IS dibanding *routing* statis memiliki kemampuan untuk mentransmisikan data dalam jumlah besar dan dengan cepat. Sehingga *routing* IS-IS lebih sesuai digunakan untuk mendukung layanan yang memerlukan *bandwidth* tinggi, seperti *streaming* video berkualitas tinggi.

Berikut merupakan indeks perbandingan hasil rata-rata *delay* dan *jitter* pada skema *routing* Statis dan IS-IS.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Hasil Average Delay pada Routing Statis dan IS-IS



Gambar 6. Grafik Perbandingan Hasil Average Jitter pada Routing Statis dan IS-IS

Gambar 5 dan 6 menampilkan grafik hasil perbandingan nilai rata-rata *delay* dan *jitter* pada pola *routing* statis dengan *routing* dinamis IS-IS, hasil rata-rata *delay* dan *jitter* kedua pola *routing* pada resolusi video 480p, 720p dan 1080p memiliki rata-rata selisih *delay* sebesar 3,37 ms dan *jitter* sebesar 3,31 ms. Hasil rata-rata *delay* dan *jitter* *routing* IS-IS jauh lebih baik jika diterapkan pada skenario melakukan *streaming* video dengan resolusi 480p, 720p dan 1080p. Sedangkan *routing* statis mendapatkan rata-rata *delay* dan *jitter* lebih baik pada skenario melakukan *streaming* video dengan resolusi 360p.

Hal ini dikarenakan *routing* IS-IS memiliki kemampuan untuk memilih jalur terbaik dalam pengiriman berdasarkan kondisi jaringan sehingga lebih sesuai untuk pengiriman video/*streaming* dengan resolusi tinggi. *Routing* IS-IS memiliki kemampuan untuk melakukan *load balancing*, yang memungkinkan lalu lintas didistribusikan secara merata di antara berbagai jalur, sehingga meningkatkan kapasitas jaringan dan mengurangi *bottleneck*. Dengan demikian, hasil *delay* dan *jitter* yang rendah

pada skenario melakukan *streaming* video dengan resolusi 480p, 720p dan 1080p menunjukkan bahwa *routing* IS-IS lebih efektif dalam pengiriman data yang stabil dan kualitas video yang baik.

Hasil nilai rata-rata *delay* dan *jitter* pada kedua *routing* berbanding terbalik dengan nilai rata-rata *throughput*. Nilai *throughput* tinggi dengan nilai *delay* dan *jitter* rendah merupakan indikator kinerja yang sangat baik dalam sebuah jaringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa jaringan dapat mengirimkan data dengan cepat, dengan sedikit penundaan, dan fluktuasi waktu kedatangan yang sangat kecil.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil simulasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *routing* dinamis IS-IS lebih efektif dan stabil dalam pengiriman data dengan resolusi video *streaming* 480p, 720p dan 1080p. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan *routing* IS-IS dalam memilih rute pengiriman terbaik dan melakukan *load balancing* yang memungkinkan lalu lintas dapat didistribusikan secara merata di antara berbagai rute. Sedangkan *routing* statis lebih sesuai diterapkan dalam pengiriman data dengan kualitas video yang baik pada resolusi yang lebih rendah.

Hasil pengujian dan evaluasi kualitas jaringan (QoS) didapatkan bahwa parameter *packet loss*, *throughput* dan *delay* sudah memenuhi standar TIPHON dengan kategori sangat bagus dan berindeks 4. Disusul dengan hasil parameter *jitter* dengan kategori bagus dan berindeks 3.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Muhallim, "Pengembangan jaringan komputer Universitas Andi Djemma berdasarkan perbandingan protokol routing Statik dan OspfV2," *PENA Tek. J. Ilm. Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 89–99, 2019, doi: 10.51557/pt_jit.v4i1.218.
- [2] J. F. Kurose and K. W. Ross, *Computer Networking A Top-Down Approach Seventh Edition*. New Jersey: Pearson/Addison Wesley, 2017.
- [3] B. Prasetya, P. H. Trisnawan, and K. Amron, "Kinerja antar protokol EIGRP, IS-IS, dan OSPF dengan metode route redistribution menggunakan GNS3," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. e-ISSN*, vol. 2548, no. 10, p. 964X, 2020.
- [4] M. Jayakumar, N. R. S. Rekha, and B. Bharathi, "A comparative study on RIP and OSPF protocols," *ICIIECS 2015 - 2015 IEEE Int. Conf. Innov. Information, Embed. Commun. Syst.*, pp. 1–5, 2015, doi: 10.1109/ICIIECS.2015.7193275.
- [5] D. Mitra, S. Sarkar, and D. Hati, "A comparative study of routing protocols," *Int. Res. J. Adv. Eng. Sci.*, vol. 2, no. January, pp. 46–50, Dec. 2016, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/348445611_A_comparative_study_of_routing_protocols.
- [6] A. N. H. A. Jaafar, S. Salim, L. A. Tiron, and Z. M. Hussin, "Performance evaluation of OSPFv3 and IS-IS routing protocol on ipv6 network," *2017 Int. Conf. Eng. Technol. Technopreneurship, ICE2T 2017*, vol. 2017-Janua, no. September, pp. 1–5, 2017, doi: 10.1109/ICE2T.2017.8215990.
- [7] E. S. Lemma, S. A. Hussain, and W. W. Anjelo, "Performance comparison of EIGRP / IS-IS and OSPF / IS-IS," 2009.
- [8] I. B. V. Agastya, D. M. Wiharta, and N. P. Sastra, "Perancangan jaringan dengan protokol Eigrp di Universitas Udayana," vol. 8, no. 2, pp. 61–67, 2021, doi: doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2021.v08.i02.p8.
- [9] R. K. Cv and H. Goyal, "IPv4 to IPv6 Migration and Performance Analysis using GNS3 and Wireshark," *Proc. - Int. Conf. Vis. Towar. Emerg. Trends Commun. Networking, VITECoN 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ViTECoN.2019.8899746.
- [10] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)," 2002.
- [11] M. Z. Hanafi and Rusdah, "Segmentation of Customers' Experiences of YouTube Streaming Application Users in South Jakarta using K-means Method," *Proceeding - ICoSTA 2020 2020 Int. Conf. Smart Technol. Appl. Empower. Ind. IoT by Implement. Green Technol. Sustain.*

Dev., 2020, doi:
10.1109/ICoSTA48221.2020.15706
13873.