

Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)

DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v9i2.3293>

Model Jaringan VLAN pada *Routing* IS-IS untuk Pemerintah (Studi Kasus Dinas Pemerintah Kecamatan Bringin)

Kelvin Arnando ^{1*}, Indrastanti Ratna Widiyarsi ²

^{1*,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Kota Salatiga, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.

article info

Article history:

Received 30 October 2024

Received in revised form

10 November 2024

Accepted 20 December 2024

Available online April 2025.

Keywords:

IS-IS (Intermediate System-Intermediate System); QoS (Quality of Service); VLAN (Virtual Local Area Network).

Kata Kunci:

IS-IS (Intermediate System-Intermediate System); QoS (Quality of Service); VLAN (Virtual Local Area Network).

abstract

The current development of the internet network in the digital era has progressed very rapidly and has become a major need that cannot be abandoned, especially for the Bringin District Government Service which does not yet have a good network, so the exchange of information is less effective. Therefore, it is necessary to design a network with VLAN configuration on IS-IS routing, and carry out network simulation using GNS3. QoS testing is carried out by sending data packets using the ICMP protocol and counting the data sent. This research shows that the results of VLAN network testing on IS-IS routing at the Bringin District Government Service have optimal performance according to the TIPHON standard with 0% packet loss, 11.28 ms delay, 0.78 Mbit/s throughput, and 0 ms jitter.

abstrak

Perkembangan jaringan internet sekarang ini di era digital mengalami kemajuan yang sangat pesat dan telah menjadi kebutuhan utama yang tidak bisa ditinggalkan, terutama pada Dinas Pemerintah Kecamatan Bringin yang belum memiliki jaringan yang baik, sehingga pertukaran informasi kurang efektif. Oleh karena itu, perlu perancangan jaringan dengan konfigurasi VLAN pada routing IS-IS, serta dilakukan simulasi jaringan menggunakan GNS3. Pengujian QoS dilakukan dengan mengirimkan paket data menggunakan protokol ICMP dan menghitung data yang dikirim. Pada penelitian ini menunjukkan Hasil dari pengujian jaringan VLAN pada routing IS-IS di Dinas Pemerintah Kecamatan Bringin memiliki kinerja optimal menurut dari standar TIPHON dengan packet loss 0 %, delay 11,28 ms, throughput 0,78 Mbit/s, dan jitter 0ms.



ACM Computing Classification System (CCS)

EBSCOhost

Communication and Mass Media Complete (CMMC)

Corresponding Author. Email: 672018604@student.uksw.edu ^{1}.

Copyright 2025 by the authors of this article. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan Riset). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

1. Pendahuluan

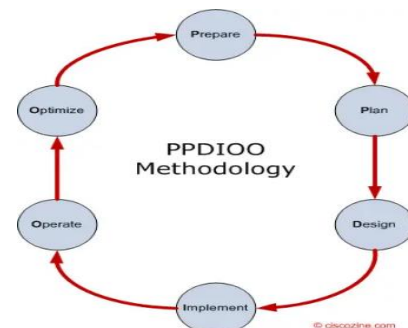
Pada era digital saat ini, kemajuan jaringan internet memainkan peran yang sangat penting. Jaringan ini memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dan bertukar informasi dalam bentuk data gambar, teks, dan video. Dengan menerapkan VLAN pada routing IS-IS sebagai protokol transportasi data untuk kebutuhan teknologi saat ini, VLAN berfungsi sebagai komponen dalam sistem jaringan yang membagi jaringan. Penerapan VLAN dapat membantu dalam pemetaan jaringan pada perangkat switch atau router (Dasmen, Novrianda, & Rasmila, 2018). *Routing* adalah proses yang memungkinkan perangkat router untuk mengirimkan paket data ke tujuan di seluruh jaringan. Terdapat dua jenis routing: manual dan otomatis. Proses routing dinamis menggunakan konsep router untuk menemukan rute dari alamat jaringan ke alamat tujuan secara otomatis dengan bantuan protokol routing seperti IS-IS, OSPF, RIP, EIGRP, dan BGP (Nugroho, Kuku, & Adlina, 2019). Routing sangat berperan penting dalam pengaturan lalu lintas pengiriman data antar VLAN. *Routing IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)* merupakan salah satu teknik routing dinamis yang dapat menghasilkan waktu konvergensi singkat dan delay minimal.

Routing IS-IS menggunakan metode *link-state* yang menentukan jalur tercepat untuk pengiriman paket data (Hudaya, Ahdi, Pramananda, & Rakhmadhany, 2020). Penelitian oleh Dasmen, Rahmat Novrianda, dan Rasmila (2018) membahas tentang kondisi kantor RRI Palembang yang belum memiliki jaringan LAN (*Local Area Network*) yang optimal. Oleh karena itu, perancangan VLAN diterapkan untuk memperbaiki jaringan tersebut. Melalui simulasi menggunakan *Cisco Packet Tracer*, pengujian pengiriman data antar pengguna yang terhubung pada jaringan VLAN yang telah dirancang menunjukkan bahwa seluruh komputer dapat saling terhubung, sehingga mempermudah pertukaran data dengan lebih cepat dan efisien. Nugroho, Kuku, dan Adlina (2019) membahas distribusi antar jaringan IPv6 menggunakan protokol routing OSPF dan IS-IS. Pembuatan topologi jaringan dilakukan menggunakan software GNS3, sementara pengumpulan dan analisis data menggunakan *Wireshark*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa

redistribusi antara jaringan IS-IS dan OSPFv3 memberikan kinerja yang lebih optimal dalam hal *throughput*, *packet loss*, dan *delay*. Penelitian oleh Hudaya, Ahdi, Pramananda, dan Rakhmadhany (2020) membahas protokol routing yang mampu bertahan dalam menghadapi serangan DDoS (*Distributed Denial of Service*) yang dapat mengganggu infrastruktur jaringan. Penelitian ini menggunakan software GNS3 untuk simulasi jaringan dengan topologi mesh. Pengujian kinerja protokol OSPF dan IS-IS menunjukkan bahwa IS-IS lebih tangguh terhadap serangan DDoS, dengan peningkatan waktu konvergensi yang lebih rendah dibandingkan OSPF. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, peneliti merancang jaringan lokal baru untuk Dinas Pemerintah Kecamatan Bringin yang belum terhubung melalui jaringan lokal untuk transfer data. Saat ini, Dinas tersebut masih mengandalkan metode transfer data manual. Dengan menggunakan metode VLAN pada routing IS-IS, diharapkan dapat mempermudah manajemen IP, identifikasi perangkat keras, dan meningkatkan keamanan data. VLAN dapat diimplementasikan dalam satu jaringan atau dalam VLAN yang sama, dengan routing IS-IS dipilih karena menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan routing lain seperti OSPF atau RIPng yang menggunakan algoritma berbeda (*IS-IS* menggunakan metode *link-state*).

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode PPDIOO, yang melibatkan tahap persiapan, perencanaan, desain, implementasi, operasi, dan optimalisasi. Metode ini dapat diilustrasikan seperti.



Gambar 1. Metode PPDIOO

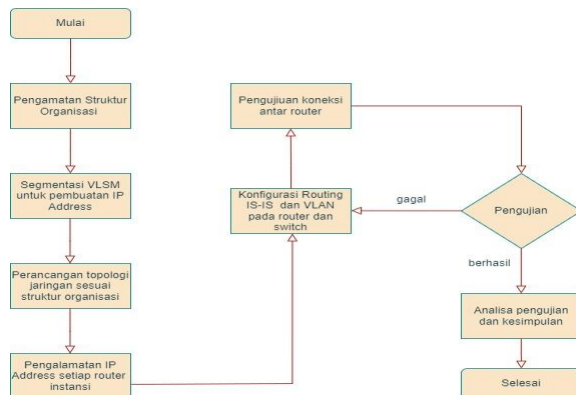
(Sumber: ciscozone, The PPDIOO network lifecycle, Fabio Semperboni, 2009)

1) Persiapan (Pengumpulan Data dan Identifikasi Masalah)

Pada tahap ini, informasi dikumpulkan dan masalah diidentifikasi. VLAN pada routing IS-IS akan digunakan dan diperlukan untuk persiapan struktur gedung kantor Kecamatan Bringin, yang akan mengacu pada desain topologi jaringan. Oleh karena itu, akan dibuat jaringan VLAN pada routing IS-IS, yang memungkinkan untuk menyediakan layanan pengguna seperti data, voice, dan video.

2) Perancangan (Alur Kegiatan Pengerjaan)

Tahap perancangan berkaitan dengan implementasi dan pengoprasian. Tahap ini dibuat alur skenario pembuatan model jaringan seperti pada gambar di bawah.

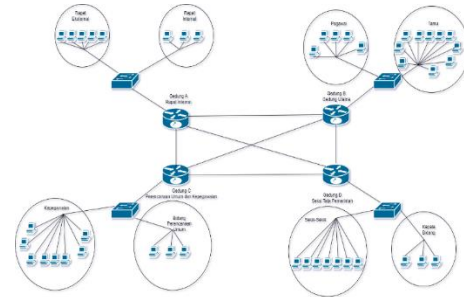


Gambar 2. Flowchart perancangan penelitian

IS-IS adalah protokol *routing* dinamis yang dapat menghasilkan keterlambatan yang kecil dan waktu pengiriman yang cepat. Saat pengiriman paket data,

route IS-IS menggunakan metode *link-state* untuk menentukan jalur tercepat.

3) Desain (Perancangan Topologi Jaringan)



Gambar 3. Topologi Dinas Pemerintahan Kecamatan Bringin

Berdasarkan gambar 3 topologi yang akan digunakan akan merujuk pada setiap gedung pemerintahan Kecamatan Bringin. Terdapat empat gedung dengan jarak yang hampir sama di antara satu sama lain, yaitu kurang dari 100 m. Gedung Rapat (internal dan eksternal), Gedung Utama (pegawai dan tamu), Gedung Perencanaan Umum dan Kepegawaian (perencanaan umum dan kepegawaian), serta Gedung Seksi Tata Pemerintah. Topologi yang akan diterapkan dalam perancangan jaringan VLAN pada routing IS-IS adalah topologi full mesh yang memiliki kecepatan transfer data lebih tinggi serta kemudahan dalam monitoring. Setiap switch akan dikonfigurasi dengan VLAN yang berbeda dalam satu area routing IS-IS, sedangkan 4 router akan di konfigurasi routing IS-IS dengan menambahkan sub-interface pada *client* untuk *default router* VLAN yang berbeda.

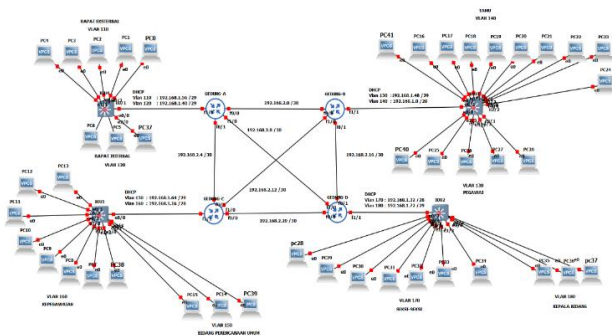
Tabel 1. Pengalamatan Jaringan

No	Nama Gedung	User	Prefix	Address	Assignable Range	Broadcast	Netmask
1	Tamu	10	/28	192.168.1.0	192.168.1.1 - 192.168.1.14	192.168.1.15	255.255.255.240
2	Kepegawaian	8	/28	192.168.1.16	192.168.1.17 - 192.168.1.30	192.168.1.31	255.255.255.240
3	Seksi-Seksi Rapat Eksternal	7	/28	192.168.1.32	192.168.1.33 - 192.168.1.46	192.168.1.47	255.255.255.240
4	Pegawai	5	/29	192.168.1.48	192.168.1.49 - 192.168.1.54	192.168.1.55	255.255.255.248
5	Rapat Internal	5	/29	192.168.1.56	192.168.1.57 - 192.168.1.62	192.168.1.63	255.255.255.248

6	Perencanaan Umum Kepala Bidang	3	/29	192.168.1.64	192.168.1.65 - 192.168.1.70	192.168.1.71	255.255.255.248
7	Gedung A-B	2	/30	192.168.2.0	192.168.2.1 - 192.168.2.2	192.168.2.3	255.255.255.252
8	Gedung A-C	2	/30	192.168.2.4	192.168.2.5 - 192.168.2.6	192.168.2.7	255.255.255.252
9	Gedung B-C	2	/30	192.168.2.8	192.168.2.9 - 192.168.2.10	192.168.2.11	255.255.255.252
10	Gedung C-D	2	/30	192.168.2.20	192.168.2.21 - 192.168.2.22	192.168.2.23	255.255.255.252

Pengalamatan IP *Address* dilakukan dengan pembagian (*Classless Inter-Domain Routing*) CIDR *Subnetting*. CIDR adalah sebuah cara alternatif untuk mengklasifikasikan alamat-alamat IP berbeda dengan sistem klasifikasi ke dalam kelas A, kelas B, kelas C, kelas D, dan kelas E yang juga dikenal sebagai *supernetting*. CIDR merupakan mekanisme routing dengan membagi alamat IP jaringan ke dalam kelas-kelas A, B, dan C. Dalam pengalamatan IP *Address* menggunakan IP kelas C, karena IP kelas C banyak digunakan untuk jaringan untuk ukuran kecil dan meminimalisir pemborosan IP *Address*.

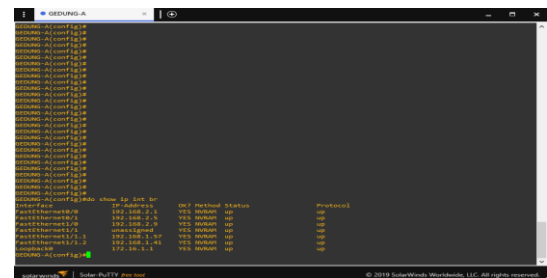
4) Implementasi (Simulasi Perancangan Jaringan)



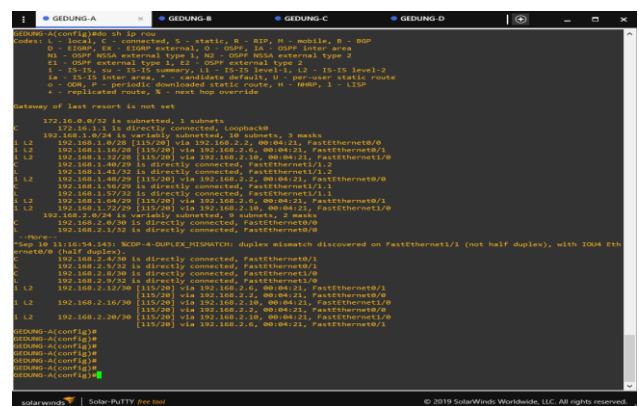
Gambar 4. Topologi Jaringan VLAN pada routing IS-IS dengan routing IS-IS Dinas Pemerintah Kecamatan Bringin

Pada simulasi tahapan implementasi, konfigurasi alamat IP *router* dan penggunaan routing IS-IS akan digunakan. Tujuan dari konfigurasi alamat IP yang sesuai dengan segmentasi CIDR adalah untuk mempermudah pengalamatan dan proses *routing* instansi pemerintahan kecamatan Bringin. Router ini menggunakan ID *router* IP *Loopback*. Semua jaringan IS-IS di konfigurasi *point-to-point*. Jalur antar router di

konfigurasi sebagai sub area dengan IS-IS level-1 dan digunakan untuk backbone wilayah; memungkinkan router untuk menerima informasi routing dari routers di area lain. Setelah konfigurasi selesai, perintah `net 49.0001.1111.1111.1111.00` diberikan kepada router dengan alamat id (1111.1111.1111) dan area (0001). Hasil dari pengaturan VLAN pada *routing* IS-IS pada *router* Gedung-A, seperti pada gambar:



Gambar 5. Hasil pengalamatan IP address Gedung-A



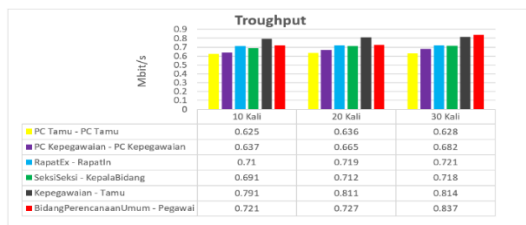
Gambar 6. Hasil dari pengaturan VLAN pada routing IS-IS pada router Gedung-A

Konfigurasi *switch*, membuat VLAN pada routing IS-IS 110 dan 120. Dalam mode *port access*, perangkat *endpoint* dapat terhubung ke *host* ruang rapat internal (*interface* e0/1 hingga *interface* e1/1) dan *host* ruang rapat

Dilihat dari data diagram pada Gambar 10 *delay* streaming video dari enam percobaan menunjukan kualitas yang sangat baik sesuai standar TIPHON, yakni dibawah 150. Dengan semakin banyak percobaan, maka *delay* semakin turun nilainya. Jaringan VLAN mempunyai *delay* yang terkecil, hal ini disebabkan karena pengiriman data jaringan VLAN dilakukan secara *broadcast* pada alamat VLAN yang sama tanpa ada titik pemberhentian sementara atau transit data. Sementara pada *routing* IS-IS, terdapat transit data di setiap router yang dilalui untuk menentukan jalur tercepat paket data sampai pada tujuan. Dengan menggabungkan VLAN dan *routing* IS-IS, VLAN dapat bekerja pada alamat VLAN yang berbeda. Jaringan VLAN pada *routing* IS-IS memiliki nilai *delay* yang tinggi disebabkan karena lebih banyak transit data dan pembagian satu *router* sebagai sub-*interface* antara dua VLAN.

3) Throughput

Berikut adalah hasil dari pengukuran parameter Throughput berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 11. Hasil Pengukuran *Throughput*

Dilihat dari data diagram pada Gambar 11 untuk nilai throughput streaming video. Ketika semakin banyak percobaan dilakukan nilai throughput semakin tinggi, hal ini berbanding terbalik dengan nilai *delay*. penambahan *header* pada paket data layanan *streaming* video sehingga bit per frame akan bertambah panjang, ini yang menyebabkan bertambahnya nilai *throughput*. *Throughput* yang dihasilkan jaringan VLAN

lebih kecil dibandingkan dengan jaringan VLAN pada *routing* IS-IS, hal ini karena pengiriman data jaringan VLAN dilakukan secara *broadcast* pada alamat VLAN yang sama tanpa ada pemberhentian sementara atau transit data. *Routing* IS-IS memiliki transit data di setiap router yang dilewati, karena penambahan *header* layanan paket data streaming video lebih banyak. Maka untuk nilai throughput jaringan VLAN pada *routing* IS-IS memiliki nilai throughput tertinggi, disebabkan karena penambahan *header* terjadi pada setiap transit data dan penambahan proses enkapsulasi data.

4) Jitter

Berikut adalah hasil dari pengukuran parameter *Jitter* berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 12. Hasil Pengukuran *Jitter*

Dilihat data dari diagram pada Gambar 12 untuk nilai jitter streaming video pada enam jaringan sangat bagus menurut standar TIPHON yaitu 0ms. Nilai jitter pada enam jaringan adalah 0ms, hal ini dikarenakan video *streaming* menggunakan protokol RTP (*Real-Time Transfer Protocol*) pada UDP karena untuk protokol TCP tidak mendukung pada pengiriman data *real-time*. RTP didesain untuk mengkompensasi *jitter* yang terjadi pada jaringan dikarenakan apabila semakin besar *jitter*, semakin besar pula peluang terjadinya *congestion* pada jaringan. Pengukuran parameter layanan video *streaming* pada enam jaringan yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 2 untuk hasil rata-rata dari pengujian.

Tabel 2. Rata-rata hasil pengujian

Sub-Bagian	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Throughput (Mbit/s)	Jitter (ms)
PC Tamu - PC Tamu	0	10.042	0.630	0
PC Kepegawaian - PC Kepegawaian	0	10.066	0.661	0
RapatEx - RapatIn	0	10.080	0.717	0
Seksi Seksi - Kepala Bidang	0	11.030	0.707	0
Kepegawaian - Tamu	0	11.477	0.805	0
Bidang Perencanaan Umum - Pegawai	0	11.083	0.762	0

Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan kinerja jaringan yang optimal berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) seperti *packet loss*, *delay*, *throughput*, dan *jitter*. Pada seluruh skenario, nilai *packet loss* tercatat 0%, menunjukkan bahwa tidak ada paket data yang hilang selama transmisi. Hal ini sesuai dengan temuan Pangestu dan Yusuf (2021), yang menyatakan bahwa jaringan dengan *packet loss* nol menunjukkan stabilitas tinggi, sehingga cocok untuk aplikasi yang membutuhkan keandalan, seperti *video streaming* dan *VoIP*. Sebagai perbandingan, penelitian oleh Dasmen dan Rasmila (2019) pada jaringan VLAN di lingkungan RRI Palembang juga menunjukkan *packet loss* nol, yang membuktikan bahwa VLAN mampu menjaga integritas data selama transmisi. Parameter *delay* pada jaringan berkisar antara 10.042 ms hingga 11.477 ms. Nilai ini masih berada dalam batas toleransi yang baik menurut standar TIPHON, yaitu di bawah 150 ms. Delay terendah tercatat pada skenario "PC Tamu - PC Tamu" (10.042 ms), sedangkan delay tertinggi pada "Kepegawaian - Tamu" (11.477 ms). Hasil ini sejalan dengan penelitian Hudaya dan Primananda (2023), yang menunjukkan bahwa routing IS-IS memiliki waktu konvergensi singkat dan mampu menekan nilai *delay* meskipun melibatkan beberapa perangkat jaringan.

Penelitian Nugroho dan Adlina (2020) pada redistribusi jaringan IPv6 menggunakan protokol IS-IS juga menunjukkan *delay* yang rendah, sehingga membuktikan efisiensi protokol ini dibandingkan dengan protokol lainnya seperti OSPF. Pada parameter *throughput*, hasil pengujian mencatat nilai tertinggi sebesar 0.805 Mbit/s pada skenario "Kepegawaian-Tamu", sedangkan nilai terendah sebesar 0.630 Mbit/s tercatat pada "PC Tamu - PC Tamu". Perbedaan ini menunjukkan bahwa skenario dengan jarak yang lebih pendek dan beban jaringan yang lebih kecil menghasilkan *throughput* yang lebih tinggi. Penelitian oleh Dasmen dan Rasmila (2019) juga menunjukkan bahwa penggunaan VLAN dapat meningkatkan efisiensi distribusi data, yang berkontribusi pada nilai *throughput* yang optimal. Selain itu, penelitian Nugroho dan Adlina (2020) menyebutkan bahwa redistribusi routing antar VLAN dengan IS-IS memberikan *throughput* yang lebih baik dibandingkan protokol lainnya.

Seluruh skenario menunjukkan nilai *jitter* sebesar 0 ms, yang berarti tidak ada variasi signifikan dalam waktu pengiriman paket. Hal ini menunjukkan stabilitas jaringan yang sangat baik, yang penting untuk aplikasi sensitif waktu seperti *video streaming* dan *real-time conferencing*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Hasbi dan Saputra (2021), yang menekankan pentingnya nilai *jitter* nol untuk menjaga kualitas layanan video. Sebagai perbandingan, penelitian oleh Dasmen dan Rasmila (2019) juga menunjukkan nilai *jitter* yang rendah dalam jaringan VLAN yang mereka rancang, mendukung penggunaan VLAN untuk kebutuhan komunikasi data yang stabil. Hasil pengujian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kombinasi VLAN dan routing IS-IS mampu memberikan kinerja jaringan yang optimal. Perbandingan dengan penelitian Dasmen dan Rasmila (2019) serta Nugroho dan Adlina (2020) memperkuat kesimpulan bahwa VLAN dan IS-IS merupakan solusi ideal untuk jaringan yang membutuhkan keandalan tinggi, efisiensi, dan stabilitas. Kombinasi keduanya memberikan nilai tambah dalam mendukung transfer data yang intensif, seperti yang dibutuhkan dalam lingkungan pemerintahan.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian terhadap parameter *packet loss*, *delay*, *throughput*, dan *jitter*, dapat disimpulkan bahwa keenam skenario jaringan yang diuji (2 jaringan VLAN yang sama, 2 jaringan VLAN yang berbeda, dan 2 jaringan VLAN pada routing IS-IS) menunjukkan kinerja yang optimal untuk layanan streaming video. Semua skenario berhasil mencapai *packet loss* sebesar 0% dan *jitter* sebesar 0 ms, yang termasuk dalam kategori sangat baik berdasarkan standar TIPHON. Hal ini menandakan bahwa tidak ada kehilangan paket data maupun gangguan signifikan pada stabilitas jaringan selama proses pengujian. Dalam hal *delay*, jaringan VLAN menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan jaringan VLAN pada routing IS-IS. Hal ini dikarenakan proses pengiriman data pada jaringan VLAN dilakukan secara *broadcast* tanpa adanya transit data di antara perangkat, sedangkan pada jaringan VLAN yang menggunakan routing IS-IS, proses enkapsulasi data menambah nilai *delay* meskipun

memungkinkan pengelolaan lebih dari satu VLAN dalam satu area. Adapun nilai *throughput* jaringan VLAN pada routing IS-IS tercatat lebih tinggi dibandingkan jaringan VLAN biasa, menunjukkan bahwa kombinasi keduanya dapat meningkatkan efisiensi dalam transfer data di jaringan yang kompleks.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jaringan VLAN pada routing IS-IS memiliki kinerja optimal dengan nilai *packet loss* 0%, *delay* 11,28 ms, *throughput* 0,78 Mbit/s, dan *jitter* 0 ms. Oleh karena itu, solusi ini sangat cocok diterapkan pada Dinas Pemerintah Kecamatan Bringin untuk mendukung kebutuhan komunikasi data dengan jumlah pengguna yang besar. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar model jaringan ini dirancang untuk skala yang lebih luas, sehingga dapat mendukung fleksibilitas yang lebih baik dalam pertukaran informasi antarinstansi di Kabupaten Semarang. Hal ini dapat mencakup integrasi jaringan antarwilayah dengan skenario penggunaan yang lebih kompleks untuk memastikan performa yang konsisten di berbagai lingkungan kerja.

5. Daftar Pustaka

- Dasmen, R. N., & Rasmila, R. (2019). Rancang Bangun VLAN Pada Jaringan Komputer RRI Palembang Dengan Simulasi Cisco Packet Tracer. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 47-56. <https://doi.org/10.24853/jurtek.11.1.47-56>.
- Gustian, D., Fitriasia, Y., Novayani, W., & ESGS, S. P. (2023). Implementasi Automation Deployment pada Google Cloud Compute VM menggunakan Terraform. *Jurnal Inovtek Polbeng Seri Informatika*, 8(1), 50-62. <https://doi.org/10.35314/isi.v8i1.3095>.
- Hasbi, M., & Saputra, N. R. (2022). Analisis Quality of Service (Qos) Jaringan Internet Kantor Pusat King Bukopin Dengan Menggunakan Wireshark. *Just IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, 12(1). <https://doi.org/10.24853/justit.12.1.%25p>.
- Hidayat, A. N., Sukiswo, A. A. Z., & Zahra, A. A. (2019). SIMULASI DAN ANALISIS JARINGAN METRO ETHERNET KOTA BANDUNG TAHUN 2028 MENGGUNAKAN OPNET MODELER. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(4), 1025-1031.
- Hudaya, A., & Primananda, R. (2023). Analisis Perbandingan Dampak Serangan Distributed Denial of Service pada Protokol Routing OSPF dan IS-IS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(4), 1656-1661.
- Novendra, Y., Arta, Y., & Siswanto, A. (2018). Analisis perbandingan kinerja routing ospf dan eigrp. *IT Journal Research and Development*, 2(2), 97-106. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2018.vol2\(2\).1373](https://doi.org/10.25299/itjrd.2018.vol2(2).1373).
- Nugroho, K., & Adlina, A. (2020). Penerapan proses redistribusi antar jaringan IPv6 menggunakan protokol routing ospf dan is-is. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 2(2), 54-61.
- Pangestu, P., & Yusuf, R. (2021). Implementasi Metode QINQ Pada Jaringan Metro Ethernet Untuk Memaksimalkan Penggunaan VLAN Menggunakan Teknologi GPON Studi Kasus: PT. Telkom Indonesia. *Technomedia Journal*, 6(1 Agustus), 82-98. <https://doi.org/10.33050/tmj.v6i1.1551>.
- Septianto, H., & Sirait, R. (2019). PERENCANAAN KONFIGURASI INTERFACE METRO ETHERNET DOT1Q MENJADI QINQ DI PLAZA INDONESIA. *Arsitron*, 9(01), 43-49.
- Setiawan, A., & Rosyani, P. (2023). Analisis & Implementasi Kinerja Routing Protocol Is-Is (Intermediate System To Intermediate System): Study Kasus: PT. MAHADYA. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 1(3), 558-570.

- Supriyatno, J., Ahdan, S., & Riskiono, S. D. (2020). Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing Rip dan Ospf Pada Topologi Mesh. *J. Telemat. Inf. Technol*, 1(1), 1-8.
- Towidjojo, R. (2012). Konsep & Implementasi Routing dengan Router Mikrotik 100% Connected. *Jasakom, Jakarta*.
- Wijaya, H. (2001). Belajar Sendiri Cisco Router. *Jakarta: PT Elex Media Komputindo*.
- Wulandari, R. (2016). Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon Â€“LIPI). *Jurnal teknik informatika dan sistem informasi*, 2(2). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v2i2.620>.