

OPTIMALISASI TOPOLOGI JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN SIMULASI CISCO PACKET TRACER DENGAN METODE QUALITY OF SERVICE DI KONTRAKAN GANG RUMBIA

Optimization of Computer Network Topology Using Cisco Packet Tracer Simulation with Quality of Service Method in Gang Rumbia Boarding House

Sunni Risdayani^{*1}, Muhammad Fajrian Noor², Muhammad Roy Mafulloh³, Sofyar⁴, Eriza Islakul Ulmi⁵

^{1,3,4}Prodi teknik Informatika, Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Selatan, Kab. Banjar 70652 Indonesia

²Prodi Teknologi Informasi, Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan 70714 Indonesia

⁵Jurusan Teknik, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14150 Indonesia

¹*sunni.risdayani@gmail.com, ²mfajrian09@gmail.com, ³muhammadroy628@gmail.com, ⁴hsofyar@gmail.com, ⁵erizaislakululmi129@gmail.com

Format Kutipan: Risdayani, S., Noor, M.F., Mafulloh, M.R., Sofyar & Ulmi, E.I. (2026). Optimalisasi Topologi Jaringan Komputer menggunakan Simulasi Cisco Packet Tracker dengan Metode Quality of Service di Kontrakan Gang Rumbia. *Nusantara Journal of Science and Technology*, 1(3), hal. 14-21. <https://doi.org/10.69959/nujst.v3i1.249>

RIWAYAT ARTIKEL

Dikirim: 15 Desember 2025
Revisi Akhir: 20 Maret 2026
Diterbitkan: 31 Mei 2026
Tersedia Daring Sejak: 31 Mei 2026

KATA KUNCI

Topologi Jaringan
Cisco Packet Tracer
Quality of Service
Throughput
Delay
Packet Loss

KEYWORDS

Network Topology
Cisco Packet Tracer
Quality of Service
Throughput
Delay
Packet Loss

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi topologi jaringan komputer di lingkungan kontrakan Gang Rumbia, JL. A. Yani KM. 13.500, Kec. Gambut, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan. Permasalahan utama yang dihadapi adalah koneksi internet lambat, manajemen IP kurang optimal, serta meningkatnya jumlah perangkat yang terhubung. Metode yang digunakan adalah simulasi dengan Cisco Packet Tracer dan penerapan Quality of Service (QoS) untuk menganalisis kinerja jaringan pada dua jenis topologi, yaitu star dan hybrid. Parameter yang diukur mencakup throughput, delay, packet loss, dan jitter dengan pendekatan eksperimen dan deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa topologi star unggul dalam throughput, sedangkan topologi hybrid lebih stabil pada delay dan jitter dengan hasil packet loss nol pada keduanya. Dengan demikian, topologi hybrid direkomendasikan untuk aplikasi real-time seperti video conference, sementara topologi star lebih sesuai untuk transfer data besar. Penelitian ini memberikan rekomendasi praktis dalam merancang jaringan efisien di lingkungan kontrakan atau hunian padat lainnya.

ABSTRACT

This study aims to improve the efficiency of computer network topology in the Gang Rumbia boarding house, JL. A. Yani KM. 13.500, Gambut Subdistrict, Banjar Regency, South Kalimantan. The main issues include slow internet connection, inefficient IP management, and the increasing number of connected devices. The method used is simulation with Cisco Packet Tracer and the application of Quality of Service (QoS) to analyze the performance of two topologies, namely star and hybrid. Measured parameters include throughput, delay, packet loss, and jitter using experimental and descriptive approaches. The results show that the star topology excels in throughput, while the hybrid topology provides more stable performance in terms of delay and jitter, with zero packet loss for both. Therefore, the hybrid topology is recommended for real-time applications such as video conferencing, while the star topology is better suited for large data transfers. This research provides practical recommendations for designing efficient networks in boarding houses or similar densely populated environments.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka (*open access*) di bawah lisensi CC-BY-SA



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi menuntut ketersediaan jaringan komputer yang cepat, stabil, dan andal. Jaringan komputer kini menjadi kebutuhan utama dalam mendukung aktivitas pendidikan, pekerjaan, hiburan, maupun komunikasi sehari-hari. Tidak hanya di instansi besar, kebutuhan jaringan yang optimal juga dirasakan di lingkungan hunian padat seperti kontrakan.

Kontrakan Gang Rumbia di JL. A. Yani KM. 13.500, Gambut, Banjar, Kalimantan Selatan merupakan salah satu contoh lingkungan dengan tantangan konektivitas. Banyaknya perangkat seperti laptop, smartphone, dan Internet of Things (IoT) yang terhubung secara bersamaan sering menimbulkan permasalahan jaringan, seperti koneksi lambat, delay tinggi, buffering, hingga kesulitan pengelolaan alamat IP. Kondisi ini berdampak pada produktivitas maupun kenyamanan penghuni.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa performa jaringan tidak hanya ditentukan oleh kapasitas bandwidth dari ISP, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh rancangan topologi jaringan (Agrian & Asahari, 2024). Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan metode Quality of Service (QoS) untuk mengatur prioritas lalu lintas data sehingga layanan real-time, seperti video conference atau streaming, dapat berjalan lebih baik (Hesti et al., 2024).

Dalam penelitian ini digunakan Cisco Packet Tracer sebagai alat simulasi untuk merancang dan menguji dua model topologi, yaitu star dan hybrid. Kedua topologi dibandingkan berdasarkan parameter QoS (throughput, delay, jitter, dan packet loss) guna menentukan desain jaringan yang paling sesuai untuk lingkungan kontrakan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis dalam pemilihan topologi jaringan yang efisien dan sesuai kebutuhan pengguna di hunian padat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan deskriptif. Metode eksperimen dilakukan dengan merancang dua topologi jaringan, yaitu star dan hybrid, lalu menguji kinerjanya menggunakan simulasi Cisco Packet Tracer. Metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan kondisi jaringan, hasil simulasi, serta perbandingan performa antar topologi.

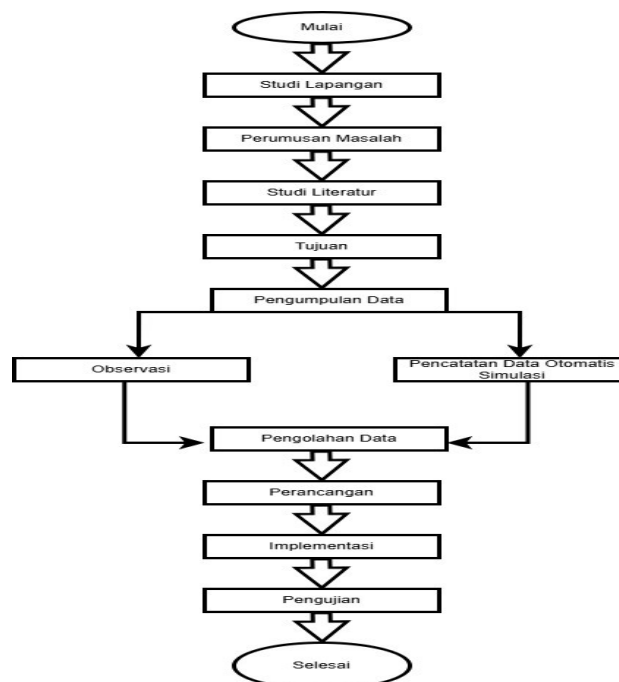
Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kontrakan Gang Rumbia yang berlokasi di JL. A. Yani KM. 13.500, Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini secara garis besar terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi Lapangan: Ini adalah tahap awal di mana penulis melakukan observasi langsung di lapangan.
2. Perumusan Masalah: Setelah mengumpulkan informasi awal, penulis menentukan masalah yang akan diteliti.
3. Studi Literatur: Penulis melakukan tinjauan atas tulisan yang tersedia untuk memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai subjek penelitian, konsep yang relevan, dan penelitian terdahulu yang berkaitan.
4. Tujuan: Tahap ini mengidentifikasi apa yang ingin dicapai melalui penelitian.
5. Pengumpulan Data: Data primer adalah informasi yang diperoleh langsung oleh peneliti dari sumber aslinya untuk keperluan penelitian tertentu. Data ini dikumpulkan melalui berbagai metode, seperti survei, observasi, dan eksperimen. Pencatatan data otomatis dari simulasi.
6. Pengolahan Data: Setelah data terkumpul, penulis akan menganalisis dan mengolah data tersebut untuk menemukan pola, hubungan, atau tren yang dapat menjawab masalah penelitian.
7. Perancangan: Tahapan berikutnya adalah merancang sistem. Ini mencakup Konfigurasi Jaringan, Konfigurasi Alamat IP, Konfigurasi Routing, dan perancangan desain.
8. Implementasi: Perancangan dan desain sistem yang telah dibuat sebelumnya akan diimplementasikan menjadi sistem yang berfungsi.
9. Pengujian: Setelah implementasi selesai, sistem diuji secara keseluruhan bahwa sistem berhasil memenuhi fungsi yang diharapkan.
10. Kesimpulan dan Saran: Penulis menyimpulkan hasil penelitiannya dan memberikan saran yang relevan dengan masalah yang diteliti.



Gambar 1. Prosedur penelitian

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan deskriptif. Metode eksperimen dilakukan untuk menguji kinerjanya menggunakan simulasi Cisco Packet Tracer. Metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan kondisi jaringan, hasil simulasi, serta perbandingan performa antar topologi.

Data Penelitian

Data ini dikumpulkan melalui berbagai metode, seperti survei, observasi, dan Pencatatan data otomatis dari simulasi.

Alat/Instrumen

Berikut instrumen yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 1. Alat/Instrumen

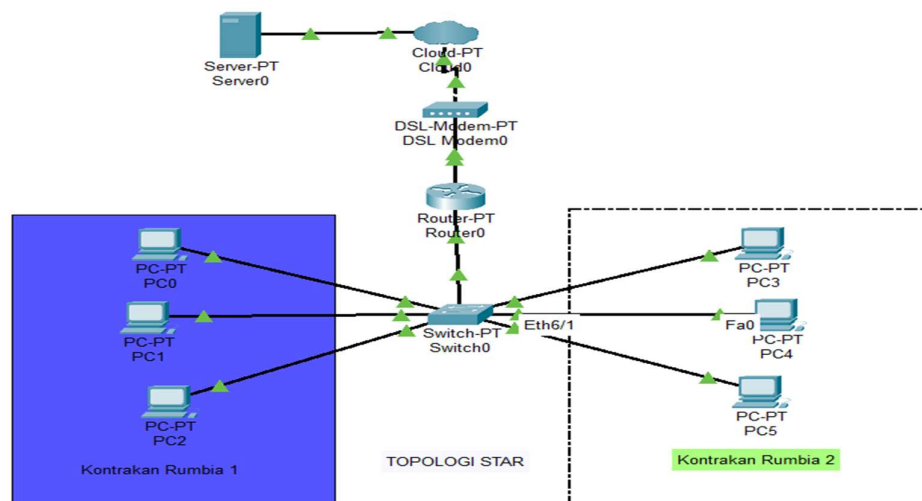
No	Nama	Instrumen/Versi	Deskripsi
1	Laptop	Axioo mybook hype 1	Windows 11 Home Single Language, Intel(R) Celeron(R) N4020 CPU @ 1.10GHz 1.10 GHz, 4,00 GB (3,83 GB usable)
2	Cisco Packet Tracker	8.2.2 64Bit	Digunakan untuk Simulasi dan membuat rancangan jaringan.

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Rancangan Topologi

Perancangan dilakukan untuk mengevaluasi kinerja pada dua topologi jaringan yang berbeda: Star dan hybrid. Setiap topologi diuji secara terpisah dengan skenario yang identik untuk memastikan perbandingan yang adil. Dalam perancangan jaringan, kapasitas bandwidth ISP sebesar 100 Mbps digunakan sebagai acuan dasar, untuk menentukan skenario lalu lintas data yang disimulasikan dalam Cisco Packet Tracer. Hal ini bertujuan untuk mendekati kondisi nyata dan memastikan hasil pengujian dapat diterapkan secara realistis.

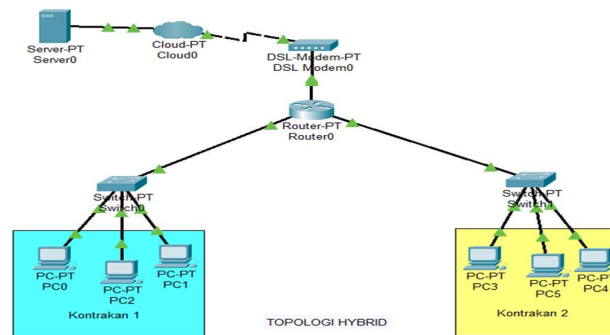
1. Skenario Pengujian Pengujian dilakukan dalam dua skenario yang berbeda, masing-masing satu topologi jaringan:



Gambar 2. Topologi Star

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Pada gambar 2 Skenario pengujian topologi *Star* akan dilakukan dengan 2 sampai 3 kali Ping pada PC ke server untuk mengukur throughput, delay, packet loss, dan jitter pada setiap segmen jaringan.



Gambar 3. Topologi Hybird

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Skenario pengujian topologi *Hybird* akan dilakukan skenario berbeda dengan 2 sampai 3 kali Ping dari PC ke PC lainnya untuk mengukur throughput, delay, packet loss dan jitter pada setiap segmen jaringan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Implementasi

Pada tahap ini, penulis menerapkan desain yang telah dibuat pada tahap sebelumnya ke dalam program simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer. Hasil implementasi ini berupa jaringan yang dirancang sesuai dengan desain topologi sederhana.

Konfigurasi Jaringan

a. Topologi Star

Tabel 2. Konfigurasi Topologi Star

No	Perangkat	IP Address	IP Gateway	Subnetmask	DNS
1.	Server-PT	192.168.10.2	192.168.10.1	255.255.255.0	1.1.1.1
2.	Router	192.168.10.2	-	255.255.255.0	-
3.	PC-0	192.168.1.2	192.168.1.1	255.255.255.0	1.1.1.1
4.	PC-1	192.168.1.3	192.168.1.1	255.255.255.0	1.1.1.1
5.	PC-2	192.168.1.4	192.168.1.1	255.255.255.0	1.1.1.1
6.	PC-3	192.168.1.5	192.168.1.1	255.255.255.0	1.1.1.1
7.	PC-4	192.168.1.6	192.168.1.1	255.255.255.0	1.1.1.1
8.	PC-5	192.168.1.7	192.168.1.1	255.255.255.0	1.1.1.1

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

b. Topologi Hybird

Tabel 3. Konfigurasi Topologi Hybird

No	Perangkat	IP Address	IP Gateway	Subnetmask	DNS
1.	Server-PT	192.168.10.2	192.168.10.1	255.255.255.0	8.8.8.8
2.	Router	192.168.1.1	-	255.255.255.0	-
		192.168.10.2			
3.	PC-0	192.168.1.2	192.168.1.1	255.255.255.0	8.8.8.8
4.	PC-1	192.168.1.3	192.168.1.1	255.255.255.0	8.8.8.8
5.	PC-2	192.168.1.4	192.168.1.1	255.255.255.0	8.8.8.8

6.	PC-3	192.168.2.2	192.168.2.1	255.255.255.0	8.8.8.8
7.	PC-4	192.168.2.3	192.168.2.1	255.255.255.0	8.8.8.8
8.	PC-5	192.168.2.4	192.168.2.1	255.255.255.0	8.8.8.8

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Pengujian

1. Pengujian 1 pada Topologi *Star*
Pengiriman paket dari suatu PC ke Server lainnya

PDU List Window										
Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	PC0	Server0	ICMP		0.000	N	0	(edit)	(delete)
	Successful	PC1	Server0	ICMP		0.000	N	1	(edit)	(delete)
	Successful	PC2	Server0	ICMP		0.000	N	2	(edit)	(delete)
	Successful	PC3	Server0	ICMP		0.000	N	3	(edit)	(delete)
	Successful	PC4	Server0	ICMP		0.000	N	4	(edit)	(delete)
	Successful	PC5	Server0	ICMP		0.000	N	5	(edit)	(delete)

Gambar 4. Pengujian Topologi Star

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

2. Pengujian 2 pada Topologi *Hybrid*
Pengiriman paket dari suatu PC ke PC lainnya.

PDU List Window										
Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	PC0	PC3	ICMP		0.000	N	0	(edit)	(delete)
	Successful	PC0	PC4	ICMP		0.000	N	1	(edit)	(delete)
	Successful	PC0	PC5	ICMP		0.000	N	2	(edit)	(delete)
	Successful	PC1	PC3	ICMP		0.000	N	3	(edit)	(delete)
	Successful	PC1	PC4	ICMP		0.000	N	4	(edit)	(delete)
	Successful	PC1	PC5	ICMP		0.000	N	5	(edit)	(delete)
	Successful	PC2	PC3	ICMP		0.000	N	6	(edit)	(delete)
	Successful	PC2	PC4	ICMP		0.000	N	7	(edit)	(delete)
	Successful	PC2	PC5	ICMP		0.000	N	8	(edit)	(delete)

Gambar 5. Pengujian Topologi Hybrid

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Simulasi Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang diterapkan dalam simulasi Cisco Packet Tracker mencakup PC, switch, router, cloud dan server. Setiap perangkat saling terhubung melalui koneksi yang menggambarkan jalur komunikasi dalam jaringan.

Pada skenario pertama, beberapa kasus yang disimulasikan adalah sebagai berikut:

- Topologi *Star*
 - Pengujian Ping dari PC0 menuju server.
 - Pengujian Ping dari PC1 menuju server.
 - Pengujian Ping dari PC2 menuju server.
 - Pengujian Ping dari PC3 menuju server.
 - Pengujian Ping dari PC4 menuju server.
 - Pengujian Ping dari PC5 menuju server.

Berdasarkan pengujian kasus tersebut, diperoleh hasil parameter dari pengujian skenario 1 yang menggunakan topologi *star*.

Tabel 4. Hasil skenario pengujian 1

PC	Throughput	Delay	Packet loss	Jitter
PC0	3.5 Kbps	78.75 ms	0	4.67 ms
PC1	25.6 Kbps	80.75 ms	0	20.67 ms
PC2	25.6 Kbps	82.5 ms	0	33 ms
PC3	23.27 Kbps	86.75 ms	0	28.33 ms
PC4	19.69 Kbps	69.75 ms	0	19.33 ms
PC5	19.69 Kbps	87.25 ms	0	12.67 ms

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

b. Topologi *Hybird*

Pada skenario kedua, beberapa kasus yang disimulasikan adalah sebagai berikut:

- Pengujian Ping dari PC0 menuju PC3.
- Pengujian Ping dari PC1 menuju PC4.
- Pengujian Ping dari PC2 menuju PC5.
- Pengujian Ping dari PC3 menuju PC0.
- Pengujian Ping dari PC4 menuju PC1.
- Pengujian Ping dari PC5 menuju PC2.

Berdasarkan pengujian kasus tersebut, diperoleh hasil parameter dari pengujian skenario 2 yang menggunakan topologi *Hybird*.

Tabel 5. Hasil skenario pengujian skenario 2

PC	Throughput	Delay	Packet loss	Jitter
PC0-PC3	3.2 Kbps	4 ms	0	4 ms
PC1-PC4	2.84 Kbps	1.75 ms	0	2 ms
PC2-PC5	25.6 Kbps	3.25 ms	0	3 ms
PC3-PC0	12.8 Kbps	9 ms	0	16 ms
PC4-PC1	11.38 Kbps	5 ms	0	6.67 ms
PC5-PC2	12.8 Kbps	2 ms	0	6.67 ms

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Perbandingan Throughput

Dalam analisis kinerja jaringan, throughput merupakan parameter kunci yang mencerminkan efisiensi transfer data. Penelitian ini membandingkan throughput dari dua topologi jaringan yang berbeda: *Star* dan *Hybird*, untuk mengevaluasi kinerja masing-masing dalam berbagai skenario.

Tabel 6. Perbandingan Throughput

Topologi	Throughput Rata-rata	Throughput Minimum	Throughput Maksimum
Star	19.64 Kbps	3.5 Kbps	25.6 Kbps
Hybird	11.44 Kbps	2.84 Kbps	25.6 Kbps

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Berdasarkan data pada tabel 6 Topologi *star* menunjukan kinerja throughput yang lebih unggul secara keseluruhan jika dibandingkan dengan topologi *Hybird*, terutama terlihat dari nilai throughput rata-rata dan minimum yang lebih tinggi. Meskipun keduanya dapat mencapai throughput maksimum yang sama, distribusi kinerja throughput pada topologi *star* lebih konsisten dan optimal.

Perbandingan Delay

Delay mengukur waktu yang dibutuhkan untuk transmisi data dari sumber ke tujuan, yang secara langsung mempengaruhi responsivitas dan efisiensi jaringan. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer pada topologi *Star* dan *Hybird* berikut adalah analisis komprehensif mengenai delay:

Tabel 7. Perbandingan Delay

Topologi	Delay Rata-rata	Delay Minimum	Delay Maksimum
Star	80.96 ms	69.75 ms	87.25 ms
Hybird	4.17 ms	1.75 ms	9 ms

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Berdasarkan data pada tabel 7, Topologi *Hybird* menunjukan kinerja delay yang jauh lebih unggul dan konsisten dibandingkan dengan topologi *star*. Nilai delay rata-rata, minimum, dan maksimum pada topologi *hybird* jauh lebih rendah.

Perbandingan Packet Loss

Packet loss merupakan parameter kritis dalam evaluasi pada berbagai topologi jaringan. Berdasarkan simulasi yang dilakukan menggunakan Cisco Packet Tracer pada topologi *Star* dan *Hybird* berikut adalah analisis packet loss pada tiap topologi:

Tabel 8. Perbandingan Packet Loss

Topologi	Packet Loss Rata-rata	Packet Loss Minimum	Packet Loss Maksimum
Star	0%	0%	0%
Hybird	0%	0%	0%

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Berdasarkan table 8, kedua topologi *star* dan topologi *hybird*, memiliki kinerja packet loss yang sangat baik, yaitu 0%. Ini menunjukan bahwa dalam kondisi pengujian ini, jaringan sangat handal dalam mengirimkan paket data tanpa kehilangan.

Perbandingan Jitter

Jitter merupakan variasi waktu tunda (delay) antar pengiriman paket secara berurutan. Dalam Cisco Packet Tracker, jitter digunakan untuk menilai konsistensi delay jaringan. Berdasarkan simulasi yang dilakukan menggunakan Cisco Packet Tracer pada topologi *Star* dan *Hybird* berikut adalah analisis Jitter pada tiap topologi:

Tabel 9. Perbandingan Jitter

Topologi	Jitter Rata-rata	Jitter Minimum	Jitter Maksimum
Star	19.78 ms	4.67 ms	33 ms
Hybird	6.39 ms	2 ms	16 ms

Sumber: Pengolahan data primer, 2025

Berdasarkan tabel 9, Topologi *Hybird* menunjukan kinerja jitter yang jauh lebih baik dan lebih stabil dibandingkan dengan topologi *star*. Nilai jitter rata-rata, minimum, dan maksimum pada topologi *Hybird* semuanya secara signifikan lebih rendah, menjadikannya pilihan yang lebih unggul.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer dengan metode Quality of Service (QoS), diperoleh kesimpulan bahwa topologi *star* unggul dalam parameter throughput, sehingga lebih cocok digunakan untuk kebutuhan transfer data berkapasitas besar. Sementara itu, topologi *hybrid* menunjukkan stabilitas yang lebih baik pada parameter delay dan jitter, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan komunikasi real-time seperti video conference atau streaming. Kedua topologi menunjukkan reliabilitas yang baik karena tidak terjadi packet loss.

Dengan demikian, pemilihan topologi jaringan pada lingkungan padat seperti kontrakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan utama pengguna: *star* untuk efisiensi transfer data besar, dan *hybrid* untuk kestabilan layanan real-time.

Saran

Penelitian ini masih terbatas pada simulasi virtual sehingga hasilnya belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi jaringan nyata. Oleh karena itu, disarankan penelitian selanjutnya:

1. Melakukan implementasi langsung pada perangkat fisik untuk memperoleh hasil yang lebih realistis.
2. Menambahkan parameter lain, seperti aspek keamanan jaringan dan konsumsi energi perangkat.
3. Menguji lebih banyak variasi topologi agar rekomendasi yang dihasilkan lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrian, W., & Asahari, W. (2024). Analisis Kinerja Protokol TCP pada Topologi Jaringan Sederhana Menggunakan Cisco Packet Tracer. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(2), 45–53.
- Arman, M., & Sukriadi, S. (2022). Analisa Jaringan LAN dengan Cisco Packet Tracer pada PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk KCP Watansoppeng. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 6(4), 55–63.
- Cisco Systems. (2021). *Cisco Packet Tracer 8.0 User Guide*. Cisco Networking Academy.
- Fitrian, H. P., Anisa, F., Agustina, M., Masitoh, N., & Gunawan, A. (2025). Optimalisasi Konektivitas Jaringan Kampus Melalui Simulasi ARP dan DHCP Menggunakan Cisco Packet Tracer. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 9(2), 101–110.
- Hesti, R., Ferdianto, T., Erwanto, A., Kurniawati, N. R., Ramadona, S. C. W., & Toyyibah, T. (2024). Analisis Quality of Service (QoS) pada Jaringan WiFi di Gedung Manajemen Data BBMKG Wilayah 2 Menggunakan Wireshark dan Cisco Packet Tracer. *Jurnal Sistem Informasi*, 12(1), 33–42.
- Kumar, R., & Singh, M. (2020). Comparative Analysis of Star, Bus, Ring and Hybrid Topology for Wired LAN Using Cisco Packet Tracer. *International Journal of Computer Applications*, 177(42), 25–30.
- Ramadhan, F., & Nugroho, H. (2022). Analisis Kinerja Jaringan Menggunakan Quality of Service (QoS) pada Jaringan VoIP. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 9(2), 254–262.
- Resa, A. A., & Handayani, D. (2023). Optimasi Jaringan Wi-Fi Menggunakan Metode Analisis QoS Berdasarkan TIPHON. *Jurnal Teknologi Komputer*, 8(3), 21–29.
- Wang, C., Li, Y., & Liu, H. (2021). Performance Analysis of QoS in Software-Defined Networking. *IEEE Access*, 9, 23114–23126. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3056542>
- Zhang, Y., & Ansari, N. (2020). On Assuring End-to-End QoS in Next Generation Networks: Architectures and Mechanisms. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 22(1), 1–24. <https://doi.org/10.1109/COMST.2019.2949039>