



ANALISIS PERBANDINGAN KIJERNA ROUTING STATIC DAN OSPF PADA JARINGAN KAMPUS MENGGUNAKAN STATISTIK DESKRIPTIF

Rainalsa Sampe¹⁾, Ansar Rizal²⁾, Didi Susilo Budi Utomo³⁾

^{1,2,3} Teknologi Informatika Politeknik Negeri Samarinda

Corresponding Author: rainalsa112@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: Mei 06, 2026

Revised: Mei 10, 2026

Accepted: Mei 28, 2026

Published: Jun 01, 2026

Keywords:

Routing Static
OSPF
Cisco Packet Tracer
Jaringan Kampus
Statistik Deskriptif
QoS

ABSTRACT

Efisiensi komunikasi data dalam jaringan komputer kampus sangat bergantung pada pemilihan protokol routing yang tepat. Seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna dan kompleksitas infrastruktur, administrator jaringan dihadapkan pada pilihan antara pengguna routing statis yang sederhana atau protokol dinamis seperti *Open Shortest path first* (OSPF) yang lebih adaptif. Penelitian ini dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *Cisco Packet Tracer*. Desain topologi jaringan dirancang merepresentasikan infrastruktur kampus yang menghubungkan berbagai gedung melalui router, server, dan switch. Kinerja kedua protokol diukur berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), yang meliputi *throughput*, *delay* (latensi), *packet loss* dan *jitter*. Data yang diperoleh dari hasil simulasi kemudian diolah menggunakan teknik statistik deskriptif untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai perbedaan performa rata-rata dari kedua protokol tersebut dalam berbagai skenario beban trafik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi protokol mana yang memberikan efisiensi transmisi data terbaik dalam lingkungan kampus. Hasil analisis ini diperoleh menjadi rujukan bagi teknisi dalam melakukan optimasi infrastruktur jaringan agar distribusi informasi antar gedung dapat berjalan lebih optimal dan stabil.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat telah menjadikan jaringan komputer sebagai komponen penting dalam mendukung aktivitas di lingkungan perguruan tinggi [16]. Jaringan kampus saat ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana akses internet, tetapi juga digunakan untuk berbagai layanan seperti sistem informasi akademik, pembelajaran daring, penyimpanan data, serta komunikasi internal [17].

Seiring dengan bertambahnya jumlah penggunaan dan meningkatkan kompleksitas jaringan, kebutuhan akan sistem komunikasi data yang cepat, stabil, dan efisien menjadi semakin penting [11]. Kualitas layanan jaringan atau *Quality of Service* (QoS) menjadi salah satu indikator utama dalam menilai kinerja jaringan, terutama dalam hal kecepatan pengiriman data, kestabilan, keandalan transmisi data [18].

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kinerja jaringan adalah metode routing yang akan digunakan. Routing statis merupakan metode

serhana yang banyak diterapkan pada jaringan kecil karena konfigurasi yang mudah dan penggunaan sumber daya yang rendah [5]. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas, terutama ketika terjadi perubahan pada topologi jaringan [19].

Di sisi lain, protokol routing dinamis seperti OSPF (*Open Shortest Path First*) mampu menyesuaikan jalur pengiriman data secara otomatis berdasarkan kondisi jaringan yang ada [1]. Kemampuan ini membuat OSPF lebih cocok digunakan pada jaringan dengan skala besar dan struktur yang kompleks [4]. Meskipun demikian, penggunaan OSPF memerlukan konfigurasi yang lebih kompleks serta penggunaan sumber daya yang lebih tinggi dibandingkan routing statis [15].

Berdasarkan perbedaan karakteristik tersebut, diperlukan suatu analisis untuk mengetahui mode routing mana yang memberikan performa terbaik dalam lingkungan jaringan kampus [2]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kinerja routing statis dan OSPF berdasarkan

parameter QoS, yaitu throughput, packet loss, delay, dan jitter [10].

Pengujian dilakukan melalui simulasi jaringan menggunakan aplikasi Cisco Packet Tracer, dengan pendekatan statistik deskriptif untuk mengolah data hasil pengujian. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing metode routing, sehingga dapat dijadikan sebagai referensi dalam menentukan solusi jaringan yang tepat sesuai kebutuhan.

A. Konsep dasar jaringan komputer

Jaringan komputer merupakan sistem yang menghubungkan dua atau lebih perangkat untuk memungkinkan pertukaran data serta berbagai sumber daya, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Komunikasi dalam jaringan terjadi melalui protokol tertentu yang mengatur bagaimana data dikirim, diterima, dan diproses.

Dalam lingkungan kampus, jaringan komputer berfungsi sebagai tulang punggung berbagai layanan digital seperti sistem informasi akademin, e-learning, penyimpanan cloud, hingga komunikasi internal. Oleh karena itu, stabilitas dan efisiensi jaringan menjadi faktor sangat penting.

Secara umum, jaringan kampus dirancang menggunakan pendekatan *hierarchical network design* yang terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu:

1. Core Layer

Bertugas sebagai pusat distribusi data dengan kecepatan tinggi.

2. Distribution Layer

Mengatur routing dan kebijakan jaringan.

2. Access Layer

Menghubungkan pengguna akhir ke jaringan.

Pendekatan ini digunakan untuk meningkatkan skalabilitas, performa, dan kemudahan manajemen jaringan [16], [17], [18].

B. Konsep routing dalam jaringan

Routing merupakan proses penentuan jalur terbaik yang digunakan untuk mengirimkan paket data dari sumber menuju tujuan dalam jaringan. Proses ini dilakukan oleh perangkat jaringan yang disebut router.

Router bekerja pada Network Layer (Layer 3) dalam model OSI dan memiliki tabel routing yang berisi informasi jalur yang dapat digunakan. Dalam menentukan jalur terbaik, router mempertimbangkan berbagai parameter seperti jarak, biaya (cost), bandwidth, dan jumlah hop [19], [20].

Routing secara umum dibagi menjadi dua jenis utama:

1. Routing Statis (Static Routing).
2. Routing Dinamis (Dynamic Routing).

Perbedaan utama keduanya terletak pada cara pembaruan tabel routing, dimana routing statis dilakukan secara manual, sedangkan routing dinamis dilakukan secara otomatis menggunakan protokol tertentu.

C. Routing Statis (Static Routing)

Routing statis adalah metode pengaturan jalur jaringan yang dilakukan secara manual oleh administrator. Pada metode ini, setiap rute harus dikonfigurasi secara langsung pada router tanpa adanya mekanisme pembaruan otomatis.

C.1 Karakteristik router statis

1. Tidak berubah kecuali dikonfigurasi ulang secara manual.
2. Tidak menghasilkan traffic tambahan untuk update routing.
3. Cocok digunakan pada jaringan sederhana.

C.2 Kelebihan router statis

1. Menggunakan sumber daya CPU dan memori yang minimal.
2. Tidak menimbulkan overhead jaringan.
3. Lebih aman karena kontrol penuh berada pada administrator.

C.3 Kekurangan router statis

1. Tidak mampu menyesuaikan perubahan topologi secara otomatis.
2. Rentan terhadap kesalahan konfigurasi manual
3. Kurang efisien untuk jaringan berskala besar

Dengan demikian, routing statis lebih sesuai digunakan pada jaringan kecil yang memiliki struktur tetap dan jarang mengalami perubahan [5], [19].

D. Routing dinamis dan OSPF

Routing dinamis adalah metode routing yang mampu memperbarui tabel routing secara otomatis berdasarkan kondisi jaringan terkini. Salah satu protokol routing dinamis yang banyak digunakan adalah OSPF (Open Shortest Path First).

OSPF merupakan protokol berbasis link-state yang berkerja dengan cara membangun peta topologi jaringan secara lengkap. Protokol ini menggunakan algoritma Dijkstra (Shortest Path First) untuk menentukan jalur tercepat menuju tujuan.

D.1 Cara kerja OSPF

1. Router mengirimkan informasi status link melalui Link State Advertisement (LSA).
2. Semua router membangun Link State Database (LSDB).
3. Algoritma dijkstra digunakan untuk menghitung jalur terbaik.
4. Routing table dioerbarui secara otomatis.

D.2 Keunggulan OSPF

1. Konvergensi jaringan yang cepat.
2. Mampu beradaptasi terhadap perubahan jaringan.

3. Mendukung pembagian area untuk efisiensi.
4. Menggunakan metrik berbasis bandwidth.

D.3 Kelemahan OSPF

1. Membutuhkan konfigurasi yang lebih kompleks.
2. Menggunakan sumber daya CPU lebih besar.
3. Membutuhkan perencanaan desain jaringan yang baik.

OSPF sangat cocok digunakan pada jaringan kampus yang memiliki banyak node dan sering mengalami perubahan topologi [1], [4], [15].

E. Simulasi jaringan menggunakan Cisco Packet Tracer.

Cisco Packet Tracer adalah aplikasi simulasi jaringan yang digunakan untuk merancang, mengkonfigurasi, serta menguji jaringan komputer tanpa memerlukan perangkat fisik.

Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk:

1. Mendesain topologi jaringan.
2. Mengkonfigurasi router dan switch
3. Melakukan pengujian konektivitas (ping).
4. Mengamati alur paket data secara real-time.

Penggunaan simulator ini sangat membantu dalam penelitian karena dapat menghemat biaya serta mempermudah proses eksperimen dalam berbagai skenario jaringan [7], [14].

F. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas performa jaringan dalam mentransmisikan data. QoS menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi suatu metode routing [11], [12], [13].

Parameter QoS yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Throughput
2. Packet Loss
3. Delay (Latency)
4. Jitter

G. Statistik deskriptif dalam analisis jaringan

Statistik deskriptif merupakan metode analisis data yang digunakan untuk menyajikan data dalam bentuk yang lebih mudah dipahami. Teknik ini tidak digunakan untuk membuat prediksi, melainkan untuk menggambarkan kondisi data secara objektif.

Dalam penelitian ini, statistik deskriptif digunakan untuk membandingkan performa routing statis dan OSPF berdasarkan hasil pengujian QoS, sehingga dapat diperoleh kesimpulan yang jelas dan terukur [9], [18].

2. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pembuatan desain topologi jaringan

Tahap pembuatan desain topologi jaringan merupakan langkah awal yang sangat penting dalam penelitian ini, karena menjadi dasar dalam proses simulasi dan pengujian kinerja routing. Pada tahap ini, penelitian merancang struktur jaringan yang merepresentasikan kondisi nyata lingkungan kampus dengan mempertimbangkan aspek konektivitas, skalabilitas, serta kemudahan analisis.

Desain topologi yang dibangun mengadopsi konsep jaringan kampus yang terdiri dari beberapa segmen, seperti area administrasi, area mahasiswa, dan area dosen, yang saling terhubung melalui perangkat jaringan utama. Setiap segmen diwakili oleh satu atau lebih perangkat end-user (PC) yang terhubung ke switch, kemudian diteruskan ke router sebagai penghubung antar jaringan.

Dalam penelitian ini, topologi dirancang menggunakan perangkat lunak simulasi Cisco Packet Tracer sehingga memungkinkan pengujian dilakukan tanpa menggunakan perangkat fisik. Struktur jaringan terdiri dari beberapa router yang saling terhubung untuk membentuk jalur komunikasi antar gedung atau unit kerja di dalam kampus.

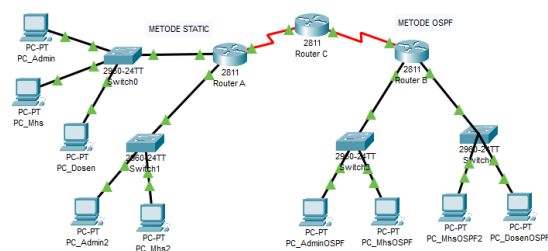
Selain itu, dalam tahap ini dibuat dua jenis rancangan topologi yang memiliki struktur indektik, yaitu:

3. Topologi menggunakan routing static
4. Topologi menggunakan routing OSPF

Pembuatan dua topologi ini bertujuan untuk memastikan bahwa perbandingan kinerja dilakukan dalam kondisi yang setara, sehingga hasil analisis menjadi lebih objektif dan valid [7], [14].

A.1 Perancangan Topologi Jaringan Menggunakan Routing Static

Pada tahap ini dilakukan perancangan topologi jaringan dengan menerapkan metode routing static, yaitu teknik penentuan jalur komunikasi antar jaringan yang dikonfigurasi secara manual pada setiap router. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap jalur pengiriman data telah ditentukan secara tetap sehingga memudahkan proses analisis kinerja jaringan [7]. Rancangan topologi jaringan menggunakan routing static ditunjukkan pada gambar 1.

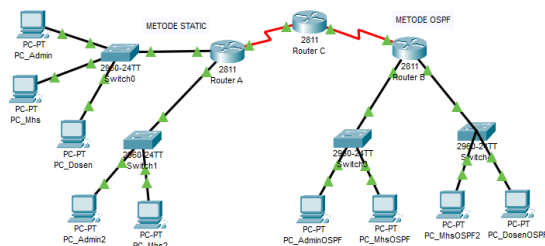


Gambar 1. Rancangan Topologi Jaringan Menggunakan Routing Static

Perancangan dilakukan menggunakan aplikasi simulasi Cisco Packet Tracer dengan langkah utama meliputi penentuan perangkat, pengalamatan IP, serta konfigurasi routing static pada setiap router. Setelah konfigurasi selesai, dilakukan pengujian konektivitas untuk memastikan seluruh jaringan dapat saling terhubung [5].

A.2 Perancangan Topologi Jaringan Menggunakan OSPF

Pada tahap ini, topologi jaringan dirancang menggunakan protokol OSPF (Open Shortest Path First) sebagai metode routing dinamis. OSPF memungkinkan router untuk menentukan jalur terbaik secara otomatis berdasarkan kondisi jaringan, sehingga lebih adaptif terhadap perubahan topologi. Rancangan topologi jaringan menggunakan OSPF ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Topologi Jaringan Menggunakan OSPF

Implementasi dilakukan menggunakan aplikasi simulasi Cisco Packet Tracer dengan langkah utama meliputi konfigurasi alamat IP, pengaktifan protokol OSPF pada router, serta penentuan network yang akan diiklankan. Setelah konfigurasi selesai, dilakukan pengujian konektivitas untuk memastikan setiap router dapat bertukar informasi routing dan seluruh jaringan saling terhubung [1], [4].

B. Analisis Data Hasil Pengujian

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap data hasil pengujian jaringan yang telah diperoleh dari proses simulasi. Analisis bertujuan untuk mengevaluasi kinerja metode routing yang digunakan berdasarkan parameter Quality of Service (QoS). Data yang dikumpulkan berupa nilai numerik dari setiap parameter, kemudian diolah untuk mendapatkan gambaran performa secara keseluruhan.

Parameter yang digunakan dalam analisis meliputi throughput, packet loss, delay, dan jitter. Setiap parameter memiliki peran penting dalam menilai kualitas transmisi data pada jaringan. Berikut penjelasan masing-masing parameter [11], [12].

1. Throughput

Throughput merupakan ukuran jumlah data yang berhasil dikirimkan dari sumber ke tujuan dalam satuan waktu tertentu. Parameter ini menunjukkan

beberapa besar kapasitas efektif jaringan dalam mentransmisikan data

Nilai throughput yang tinggi menandakan bahwa jaringan mampu mengirimkan data dengan efisien, sedangkan nilai rendah menunjukkan adanya keterbatasan dalam proses transmisi.

Perhitungan throughput dilakukan dengan membandingkan jumlah data yang berhasil diterima terhadap waktu pengiriman. Berikut ini kategori parameter throughput.

Tabel 1. Kategori Parameter Throughput

Kategori	Throughput %	Indeks
Sangat Baik	100%	4
Baik	$\geq 75\%$	3
Cukup	$\geq 50\%$	2
Kurang	$< 25\%$	1

2. Packet Loss

Packet loss adalah persentase paket data yang tidak sampai ke tujuan selama proses pengiriman. Kehilangan paket dapat disebabkan oleh faktor, seperti kemacetan jaringan (congestion), kesalahan transmisi, atau keterbatasan perangkat.

Semakin kecil nilai packet loss, maka kualitas jaringan semakin baik karena sebagian besar data berhasil diterima tanpa gangguan. Sebaliknya, nilai yang besar menunjukkan adanya masalah dalam proses pengiriman data. Berikut ini tabel kategori parameter packet loss.

Tabel 2. Kategori Parameter Packet Loss

Kategori	Packet Loss %	Indeks
Sangat Baik	0%	4
Baik	$\leq 3\%$	3
Cukup	$\leq 15\%$	2
Kurang	$> 25\%$	1

3. Delay (Latency)

Delay atau latensi merupakan waktu yang dibutuhkan oleh paket data untuk berpindah dari pengirim ke penerima. Parameter ini dipengaruhi oleh jarak antar perangkat, media transmisi, serta beban jaringan

Nilai delay yang rendah menunjukkan bahwa jaringan memiliki respon yang cepat, sedangkan nilai yang tinggi mengindikasikan adanya keterlambatan dalam proses komunikasi data. Berikut ini tabel kategori parameter delay (Latency).

Tabel 3. Kategori Parameter Delay (Latency)

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Sangat Baik	< 150 ms	4
Baik	150-300 ms	3
Cukup	300-450 ms	2
Kurang	> 450 ms	1

4. Jitter

Jitter adalah variasi waktu delay antar paket data yang dikirimkan secara berurutan. Parameter ini digunakan untuk mengukur kestabilan jaringan dalam mempertahankan waktu pengiriman yang konsisten.

Nilai jitter yang kecil menunjukkan bahwa jaringan stabil, sedangkan nilai yang besar menandakan adanya fluktuasi delay yang dapat mempengaruhi kualitas layanan, terutama pada aplikasi real-time seperti video call atau VoIP. Berikut ini tabel kategori parameter jitter.

Tabel 4. Indeks Parameter Jitter

Kategori	Jitter (ms)	Indeks
Sangat bagus	0 - 75 ms	4
Bagus	75 - 125 ms	3
Sedang	125 - 225 ms	2
Jelek	> 225 ms	1

3. IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

Tahap implementasi dilakukan dengan membangun topologi jaringan sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya, baik menggunakan metode routing static maupun protokol OSPF. Seluruh konfigurasi dilakukan melalui simulasi menggunakan aplikasi Cisco Packet Tracer.

Proses pengujian dilakukan dengan mengirimkan paket data menggunakan perintah ping sebanyak 100 kali untuk setiap skenario, dengan ukuran paket sebesar 32 byte. Pengujian dilakukan dari beberapa perangkat sumber menuju router tujuan untuk memperoleh data performa jaringan secara menyeluruh.

Hasil pengujian kemudian dianalisis berdasarkan parameter Quality of Service (QoS), yaitu throughput, packet loss, delay, dan jitter. Setiap parameter dihitung nilai rata-ratanya untuk mengetahui perbandingan kinerja antara routing static dan OSPF.

A. Evaluasi Throughput

Berdasarkan hasil pengujian tabel 5, nilai rata-rata throughput pada routing static lebih tinggi dibandingkan dengan OSPF. Hal ini menunjukkan bahwa routing static mampu memanfaatkan kapasitas jaringan dengan lebih efisien. Tidak adanya pertukaran informasi routing secara berkala pada metode static menyebabkan beban jaringan menjadi lebih ringan, sehingga proses pengiriman data dapat berlangsung lebih Optimal.

Sebaliknya, pada OSPF terdapat tambahan overhead dari proses update routing antar router yang sedikit mempengaruhi nilai throughput. Meskipun demikian, kedua metode masih berada dalam kategori performa yang baik [11].

Tabel 5. Hasil Evaluasi Throughput

Skenario	Sumber	Tujuan	Static (bpms)	OSPF (bpms)
1	Pc Admin	Router C	85,4	81,2
2	Pc Mhs	Router C	72,1	68,5
3	Pc Dosen	Router C	78,6	75,1
Rata-Rata			78,7	74,9
Kategori Evaluasi Throughput			Baik	Baik

B. Evaluasi Packet Loss

Hasil evaluasi packet loss pada tabel 6, pengujian menunjukkan bahwa nilai packet loss pada kedua metode berada dalam kategori sangat baik, yang berarti sebagian besar paket data berhasil dikirim dan diterima tanpa gangguan yang signifikan.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Packet Loss

Skenario	Sumber	Tujuan	Static (%)	OSPF (%)
1	Pc Admin	Router C	1,2	1,5
2	Pc Mhs	Router C	2,5	3,1
3	Pc Dosen	Router C	1,8	2,2
Rata-Rata			1,83	2,27
Kategori Evaluasi Packet Loss			Sangat Baik	Sangat Baik

Routing static memiliki nilai packet loss yang sedikit lebih rendah dibandingkan OSPF, sehingga dapat dikatakan lebih stabil dalam menjaga keutuhan data selama proses transmisi. Perbedaan ini disebabkan oleh sifat routing statis yang tidak mengalami perubahan jalur selama pengujian berlangsung [12].

C. Evaluasi Delay

Parameter delay menunjukkan bahwa waktu tempuh paket data pada routing static lebih rendah dibandingkan dengan OSPF. Hal ini menandakan bahwa jaringan dengan routing statis memiliki respon yang lebih cepat dalam proses komunikasi data.

Tabel 7. Hasil Evaluasi Delay

Skenario	Sumber	Tujuan	Static (ms)	OSPF (ms)
1	Pc Admin	Router C	12,4	14,8
2	Pc Mhs	Router C	18,2	22,5
3	Pc Dosen	Router C	15,6	19,3
Rata-Rata			15,4	18,8
Kategori Evaluasi Delay			Sangat Baik	Sangat Baik

Pada OSPF, nilai delay sedikit lebih tinggi karena adanya proses perhitungan jalur dan pertukaran informasi antar router, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan dan masih dalam kategori yang dapat diterima [13].

D. Evaluasi Jitter

Nilai jitter yang diperoleh dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua metode memiliki tingkat kestabilan yang baik. Namun, routing static menghasilkan nilai jitter lebih kecil dibandingkan OSPF.

Tabel 8. Hasil Evaluasi Jitter

Skenario	Sumber	Tujuan	Static (ms)	OSPF (ms)
1	Pc Admin	Router C	0,8	1,2
2	Pc Mhs	Router C	1,5	2,4
3	Pc Dosen	Router C	1,1	1,9
Rata-Rata			1,13	1,83
Kategori Evaluasi Jitter			Sangat Baik	Sangat Baik

Hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu pengiriman paket pada routing static lebih konsisten, sehingga lebih stabil dalam menjaga kualitas transmisi data. Sementara itu, pada OSPF variasi delay sedikit lebih besar akibat adanya proses penyesuaian jalur secara dinamis [13].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap penerapan routing static dan OSPF pada jaringan kamps, dapat disimpulkan bahwa kedua metode memiliki karakteristik dan keunggulan masing masing dalam mendukung kinerja jaringan.

Routing static menunjukkan performa yang lebih baik pada parameter QoS seperti throughput, packet loss, delay, dan jitter dalam kondisi jaringan yang stabil. Hal ini disebabkan karena tidak adanya proses pertukaran informasi routing secara otomatis, sehingga beban jaringan menjadi lebih ringan dan jalur komunikasi tetap konsisten.

Di sisi lain, OSPF sebagai protokol routing dinamis mampu menyesuaikan jalur pengiriman data secara otomatis ketika terjadi perubahan kondisi jaringan. Meskipun pada pengujian ini nilai performanya sedikit berada dibawah routing static, OSPF memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas dan kemampuan adaptasi terhadap perubahan topologi.

Dengan demikian, pemilihan metode routing sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan jaringan. Routing static lebih cocok digunakan pada jaringan sederhana dengan kondisi yang relatif tetap, sedangkan OSPF lebih sesuai untuk jaringan yang kompleks dan dinamis.

REFERENCES

- [1] U. Verawardina, "Analisis Perbedaan Performance dan QoS antara EIGRP dan OSPF," *International Journal of Natural Science and Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 45–50, 2018. <https://doi.org/10.23887/ijnse.v2i1.13908>
- [2] Susilo, "Perbandingan Routing RIP dan OSPF pada Jaringan LAN," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 18, no. 1, pp. 23–30, 2019. <https://doi.org/10.32409/jikstik.24.2.3789>
- [3] K. Finata, "Analisis Kinerja OSPF pada Jaringan Kampus UISU," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 12–18, 2020. <https://doi.org/10.56211/sudo.v3i2.532>
- [4] A. Laduku, "Analisis Kinerja Routing OSPF Menggunakan FRRouting," *J-Tifa*, vol. 3, no. 2, pp. 55–62, 2021. <https://doi.org/10.52046/j-tifa.v7i2.2220>
- [5] R. Gatra, "Perbandingan Routing Statik dan OSPF pada Jaringan Kampus," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 3, pp. 567–574, 2020. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2021822983>
- [6] R. Marcus, "Implementasi OSPF pada Jaringan Skala Besar Berbasis Mikrotik," *Jurnal Brilliant*, vol. 4, no. 1, pp. 90–96, 2019. <https://doi.org/10.28926/briliant.v3i3.204>
- [7] Fitriani, "Analisis OSPF pada Topologi Skala Menengah Menggunakan Packet Tracer," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 101–108, 2021. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v8i6.10091>
- [8] A. Permana, "Distribusi Jaringan Menggunakan OSPF dengan Metode Redistribution," *Jurnal Simetris*, vol. 9, no. 2, pp. 233–240, 2018. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.2030>
- [9] L. Moonlight, "Optimasi Routing OSPF dalam Jaringan Komputer," *Jurnal Teknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 15–22, 2019. <https://doi.org/10.26594/teknologi.v1i2.56>
- [10] I. Muhammadiyah, "Analisis Performa Routing OSPF dan EIGRP," *J-Tifa*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2020. <https://doi.org/10.52046/j-tifa.v4i2.1194>
- [11] S. Gangwar, "Comparative Study of QoS Routing Protocols," *arXiv preprint*, 2012. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1201.5688>
- [12] H. Kaaniche, "QoS Routing Protocol Based on Bandwidth Estimation," *arXiv preprint*, 2011. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1101.4034>

- [13] Heikalabad, "QoS Aware Multi-Path Routing Algorithm," arXiv preprint, 2011.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1104.1031>
- [14] S. Banik, "QoS Routing Optimization in MANET," arXiv preprint, 2011.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1108.4138>
- [15] Cisco Systems, "OSPF Design Guide," Cisco Documentation.
<https://www.cisco.com/>
- [16] A. S. Tanenbaum and D. J. Wetherall, Computer Networks, 5th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2011.
- [17] J. F. Kurose and K. W. Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach, 7th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2017.
- [18] B. A. Forouzan, Data Communications and Networking, 5th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2013.
- [19] W. Stallings, Data and Computer Communications, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2013.
- [20] W. Odom, CCNA Routing and Switching ICND2 200-105 Official Cert Guide. Indianapolis, IN, USA: Cisco Press, 2016.