KESATRIA: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)
Terakreditasi Nomor 204/E/KPT/2022 | Vol. 5, No. 1, Januari (2024), pp. 61-70

Analisis Kinerja Jaringan Komputer Pada Topologi Star Dan Ring Dengan Protokol *Routing* Ospf (Kasus PT. Indonesia Comnets Plus Sbu Semarang)

Arif Budi Setiawan[1], Sri Eniyati[2]
[1,2]Universitas Stikubank, Semarang, Indonesia

Abstract

This research aims to analyze the performance of the star and ring networks at PT Indonesia Comnet Plus SBU Semarang and then provide solutions to optimize the use of existing resources through network performance analysis using the OSPF routing protocol. The system development method that the author uses is prototyping. The initial stage begins with OSPF analysis carried out by researchers, then continues by using Wireshark to analyze network packets. After that, researchers will identify problems that occur on the network and provide solutions to fix them. Next, the solution designed by the researcher will be implemented on Cisco Packet Tracer. The testing method used in this research is network performance testing. Researchers conducted tests to verify whether the implemented solutions succeeded in improving network performance. The test results from this research are that the overall average delay in this design is 94.21 ms which is in the very good category, the overall average jitter in this design is 74.64 ms which means it is in the good category, the overall average throughput in this design it is 5.44 Kbps which is in the very good category, and the overall average packet loss in this design is 0% which means it is in the very good category.

Keywords: *OSPF, star topology, ring topology, cisco packet tracer, wireshark*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja jaringan star dan ring pada PT Indonesia Comnet Plus SBU Semarang lalu memberikan solusi untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang ada melalui analisis kinerja jaringan menggunakan protokol routing OSPF. Metode pengembangan sistem yang penulis gunakan yaitu prototyping. Tahapan awal dimulai dengan analisis OSPF yang dilakukan oleh peneliti, kemudian dilanjutkan dengan menggunakan Wireshark untuk menganalisis paket jaringan. Setelah itu, peneliti akan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada jaringan dan memberikan solusi untuk memperbaikinya. Selanjutnya, solusi yang telah dirancang oleh peneliti akan diimplementasikan pada Cisco Packet Tracer. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian performa jaringan. Peneliti melakukan pengujian untuk memverifikasi apakah solusi yang diimplementasikan berhasil meningkatkan kinerja jaringan. Hasil pengujian dari penelitian ini adalah bahwa rata-rata delay keseluruhan pada perancangan ini adalah 94,21 ms yang berada dalam kategori sangat bagus, rata-rata jitter keseluruhan pada perancangan ini yaitu 74,64 yang artinya dalam kategori bagus, rata-rata throughput keseluruhan pada perancangan ini yaitu 5,44 Kbps yang berada dalam kategori sangat bagus, dan rata-rata packetloss keseluruhan dalam perancangan ini adalah 0% yang artinya dalam kategori sangat bagus.

Kata Kunci: *OSPF, topologi star, topologi ring, cisco packet tracer, wireshark*

ISSN: 2720-992X

1. Pendahuluan

Jaringan komputer memiliki peranan vital dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam aspek bisnis dan industri[1]. PT Indonesia Comnets Plus (ICON+) sebagai penyedia layanan telekomunikasi dan informatika, anak perusahaan PT PLN (Persero), menggunakan topologi jaringan star dan ring. Pemilihan topologi jaringan yang tepat sangat krusial untuk memastikan kinerja jaringan yang efektif. ICON+ juga mengadopsi protokol *routing* OSPF (Open Shortest Path First) untuk pengiriman paket data yang efisien, dengan metrik OSPF sebagai penentu jalur terpendek.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pengukuran performa jaringan komputer pada kedua topologi dengan menggunakan parameter, seperti packet loss, *delay*, dan *throughput*. Penulis menggunakan wireshark sebagai alat untuk melakukan analisis kinerja jaringan komputer pada kedua topologi yang digunakan dalam jaringan ICON+ dengan menggunakan protokol *routing* OSPF dan metrik OSPF sebagai faktor penentu dalam pemilihan jalur terpendek. Wireshark adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis lalu lintas jaringan, dan dapat digunakan untuk memantau dan menganalisis protokol jaringan yang berbeda, termasuk protokol *routing* OSPF[2].

Dalam penggunaannya, Wireshark mampu merekam dan menganalisis seluruh lalu lintas jaringan yang masuk dan keluar melalui interface jaringan pada komputer yang digunakan untuk pengukuran[3]. Data yang terkumpul kemudian dapat diolah dan dianalisis untuk menentukan parameter kinerja jaringan, seperti packet loss, *delay*, dan *throughput*.

Penggunaan Wireshark menjadi sangat penting untuk memastikan pengumpulan data yang akurat dan detail tentang kinerja jaringan komputer pada kedua topologi yang digunakan[4]. Selain itu, Wireshark juga memudahkan peneliti untuk melihat dan menganalisis detail penggunaan protokol OSPF pada jaringan ICON+ dan memastikan bahwa metrik OSPF yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik jaringan[5].

Selain wireshark, penulis juga memanfaatkan perangkat lunak bernama Cisco Packet Tracer. Cisco Packet Tracer adalah software simulasi jaringan komputer yang digunakan untuk memodelkan, membangun, dan menguji jaringan komputer[6]. Software ini dapat mensimulasikan jaringan yang kompleks dengan berbagai jenis perangkat jaringan, seperti router, switch, dan host[7]. Cisco Packet Tracer juga memungkinkan pengguna untuk mengukur performa jaringan dengan menggunakan berbagai parameter, seperti packet loss, *delay*, dan *throughput*.

Untuk melakukan analisis kinerja jaringan pada kedua topologi, penulis terlebih dahulu memodelkan topologi star dan ring menggunakan Cisco Packet Tracer. Kemudian, penulis akan mengirimkan paket data dari satu host ke host lainnya dalam jaringan dan mengukur parameter-parameter performa jaringan, seperti packet loss, *delay*, dan *throughput*. Hasil pengukuran tersebut kemudian akan dianalisis dan dibandingkan untuk mengetahui perbedaan kinerja jaringan antara topologi Star dan Ring dengan protokol *routing* OSPF, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja jaringan pada PT ICON+ SBU Semarang.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Protokol *Routing* OSPF

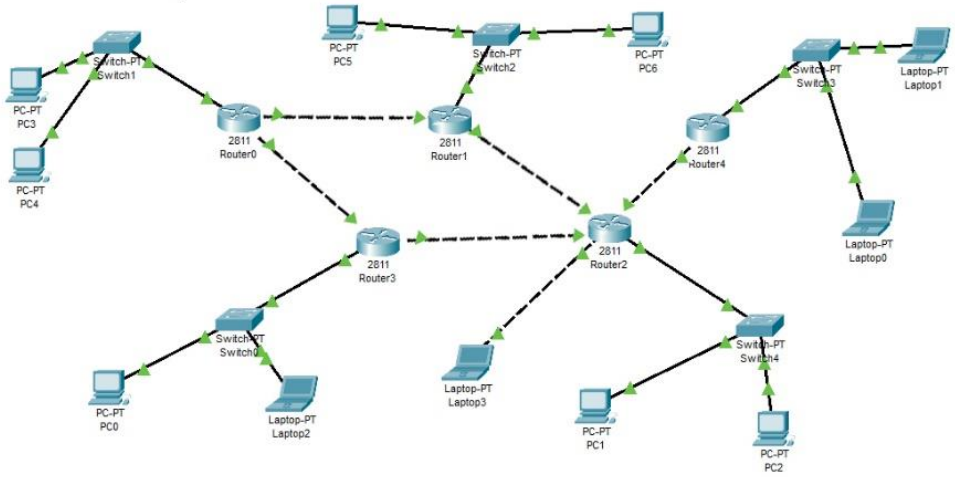
Protokol *routing* OSPF (Open Shortest Path First) merupakan pilihan yang efisien untuk jaringan besar, dirancang sebagai pengganti protokol *routing* Interior Gateway *Routing* Protocol (IGRP) dan *Routing* Information Protocol (RIP)[8]. OSPF memungkinkan administrator jaringan menentukan rute optimal dan menghindari gangguan yang dapat memengaruhi kinerja. Dengan algoritma Dijkstra, OSPF menghitung jalur terpendek melalui pertukaran informasi topologi antar router. Selain mendukung multiple area OSPF (MO-OSPF), protokol ini memiliki kemampuan dinamis

untuk memperbarui informasi jaringan saat terjadi perubahan, memungkinkan adaptasi tanpa intervensi manusia[9].

Dalam implementasinya, OSPF menggunakan beberapa jenis pesan seperti Hello, Database Description (DBD), Link State Request (LSR), Link State Update (LSU), dan Link State Acknowledgment (LSAck) untuk pertukaran informasi[10]. Kelebihannya mencakup kemampuan mendukung jaringan besar, keamanan dengan autentikasi pesan, dan fleksibilitas dalam pemilihan rute terbaik[11]. Meskipun demikian, OSPF juga memiliki kelemahan, seperti kompleksitas konfigurasi dan potensi rentan terhadap serangan jika tidak dikonfigurasi dengan benar[12]. Analisis kinerja jaringan pada topologi star dan ring dengan menggunakan OSPF dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang efektivitas protokol ini dalam konteks spesifik PT ICON+ SBU Semarang[13].

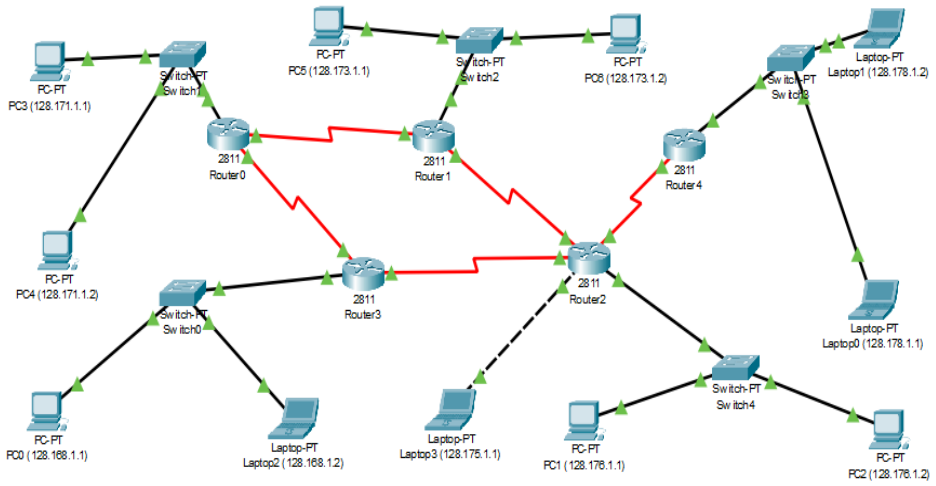
3. Hasil dan Pembahasan

PT Indonesia Comnets Plus SBU Semarang memiliki topologi jaringan hybrid yang terdiri dari topologi ring dan topologi star[14]. Pada pada penelitian ini, *routing* OSPF hendak hendak diterapkan dalam kedua topologi tersebut. Penelitian dimulai dengan melakukan perancangan jaringan yang baru dengan menggunakan cisco packet tracer. Setelah jaringan diterapkan di lapangan, maka dilakukan pengujian *Quality Of Service* yang terdiri dari analisis *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packetloss* terhadap perancangan yang baru dengan menggunakan *wireshark*.



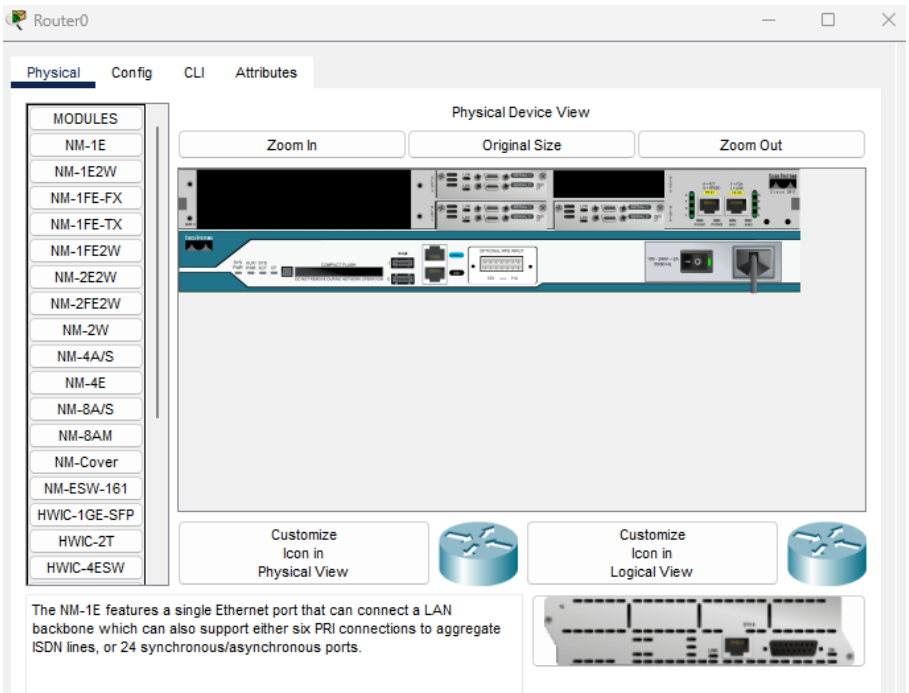
Gambar 1. Topologi Jaringan
PT Indonesia Comnets Plus SBU Semarang yang Lama

Topologi Jaringan PT Indonesia Comnets Plus SBU Semarang yang lama terdiri dari 5 buah router, 5 buah switch, dan 11 perangkat komputer. Router 0, router 1, router 2, dan router 3 membentuk topologi jaringan ring. Sedangkan router 1, router 2, router 3, dan router 4 membentuk topologi jaringan star. *Routing* OSPF diterapkan pada jaringan di router 0,1,2,3, dan 4, membentuk topologi sebagai berikut.



Gambar 2. Topologi Jaringan
PT Indonesia Comnets Plus SBU Semarang yang Baru

Rancangan topologi jaringan PT Indonesia Comnet Plus SBU Semarang dengan *routing* OSPF digambarkan seperti di atas di mana terdapat 5 buah router, 5 buah switch, dan 11 perangkat komputer. Hal ini disesuaikan dengan kondisi lapangan. Sementara itu, setiap komputer diberikan IP public sesuai yang tertera pada gambar. Router 0, router 1, router 2, dan router 3 membentuk topologi jaringan ring, sedangkan router 1, router 2, router 3, dan router 4 membentuk topologi jaringan star seperti jaringan yang lama tapi penulis merancang protokol *routing* OSPF untuk router 0, router 1, router 2, router 3, dan router 4 seperti pada gambar di atas. Adapun perancangan router tersebut adalah seperti gambar berikut:

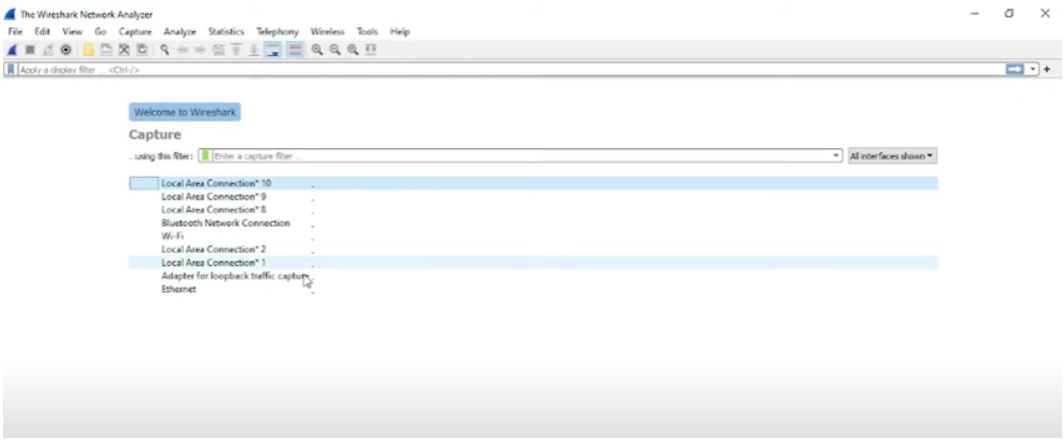


Gambar 3. Konfigurasi Router

Routing OSPF yang telah terpasang di kantor kemudian diuji kualitasnya dengan dengan metode *Quality Of Service*. Uji kualitas layanan ini dilakukan untuk semua PC

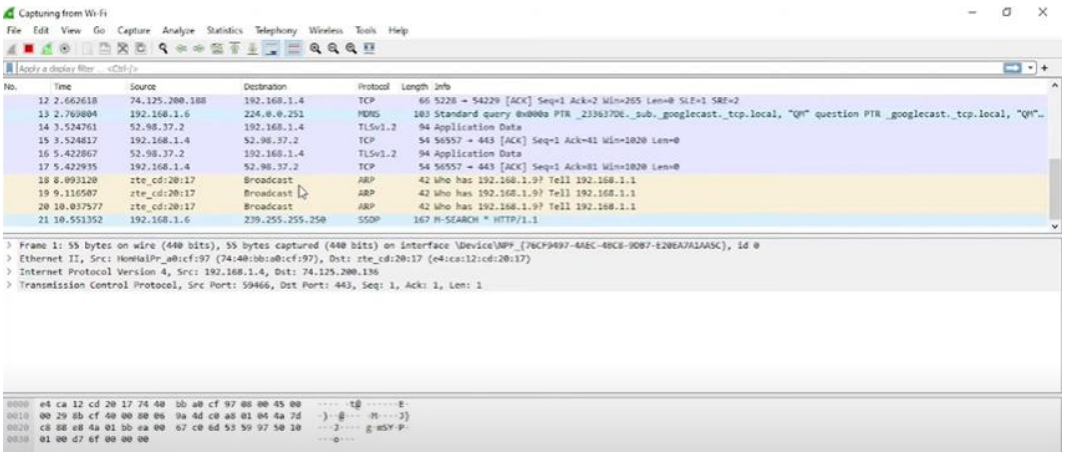
dan laptop. IP Address untuk tiap PC dan laptop dalam rancangan jaringan baru ini, yaitu sebagai berikut:

a) PC 0: 128.168.1.1
b) PC 1: 128.176.1.1
c) PC 2: 128.176.1.2
d) PC 3: 128.171.1.1
e) PC 4: 128.171.1.2
f) PC 5: 128.173.1.1
g) PC 6: 128.173.1.2
h) Laptop 0: 128.178.1.1
i) Laptop 1: 128.178.1.2
j) Laptop 2: 128.168.1.2
k) Laptop 3: 128.175.1.1



Gambar 4. Tampilan Wireshark

Pada setiap PC dilakukan capture untuk melihat paket data yang melintasi jaringan. Setelah mendapatkan sekitar 100-an data tercapture, kemudian *stop capture* dengan menekan ikon persegi berwarna merah. Berikut ini adalah contoh *capture packet data* yang dilakukan oleh PC 0:



Gambar 5. Capture Data

Dari data yang didapatkan dari capture menggunakan wireshark. Setelah data yang diperoleh mencapai 100-an, kemudian stop dengan menekan icon persegi merah.

Selanjutnya dapat dilakukan penghitungan *Quality Of Service*. Perhitungan *Quality Of Service* menggunakan 4 parameter yaitu *delay, jitter, throughput,* dan *packetloss.*

1. *Delay*

Penghitungan *delay* dan *throughput* dilakukan dengan memilih menu file lalu *export packet dissection*, lalu pilih csv. Penghitungan dilakukan menggunakan microsoft excel guna mencari jumlah rata-rata *delay* yang tampil dalam csv tersebut kemudian dibagi dengan jumlah *packet* yang di capture lalu kurangi satu[15]. Jumlah *packet* ter-*capture* ada 105. Penghitungan *delay* pada microsoft excel adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Perhitungan *Delay*

No	*Time* 2	*Time* 1	*Delay*
1	0.0023800	0.0000000	0.0023800
2	0.4231670	0.0023800	0.4207870
3	0.4232400	0.4231670	0.0000730
...	...	...	...
104	2.2960160	0.4501900	1.8458260
		Jumlah	9.647407

Dengan demikian perhitungan *delay* adalah sebagai berikut

$$delay = \frac{jumlah\ delay}{jumlah\ paket\ diterima-1} \quad (1)$$

$$delay = \frac{9.647}{105-1}$$

$$delay = \frac{9.647}{104}$$

$$delay = 0.0927\ s = 92.7\ ms$$

2. *Jitter*

Jitter dihitung dengan menghitung variasi *delay* dibagi jumlah paket diterima yang telah dikurangi 2. Variasi *delay* sendiri dihitung dari *delay* 2 dikurangi *delay* 1 yang telah dikurangi *delay* 2. Perhitungan excelnya adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Perhitungan *Jitter*

No	*Delay* 2	Variasi *Delay*	*Jitter*
1	0.4207870	-0.4184070	0.8391940
2	0.0000730	0.4207140	-0.4206410
3	0.0269500	-0.0268770	0.0538270
...	...	...	...
103	1.8726310	-0.0268050	1.8994360
		Jumlah	9.6427

Dengan demikian perhitungan *jitter* adalah sebagai berikut:

$$jitter = \frac{jumlah\ variasi\ delay}{jumlah\ paket\ diterima-2} \quad (2)$$

$$jitter = \frac{9.6427}{105-2}$$

$$jitter = \frac{9.6427}{103}$$

$$jitter = 0.0936\ s = 93.6\ ms$$

3. *Throughput*

Throughput dan *packetloss* bisa dihitung dengan menggunakan menu *capture file propoertis*. Cara untuk menampilkan menu tersebut yaitu dengan memilih menu *statistic*, lalu pilih *capture file properties*. Selanjutnya dilakukanlah penghitungan *throughput* dan *packetloss* berdasarkan *capture file properties* yang ditampilkan oleh wireshark. Cara menghitung *throughput* adalah sebagai berikut:

$$Throughput = \frac{Besar\ packet\ yang\ diterima}{waktu\ yang\ dibutuhkan} \quad (3)$$

$$throughput = \frac{\text{captured bytes}}{\text{captured timespan}}$$

$$throughput = \frac{40519}{9.647}$$

$$throughput = 4200 \text{ bytes/ s}$$

$$throughput = 4.2 \text{ Kbps}$$

4. *Packetloss*

Terakhir ialah menghitung *packetloss* dengan rumus sebagai berikut:

$$Packetloss = \frac{Jumlah\ paket\ yang\ gagal}{Jumlah\ paket\ yang\ dikirim} \times 100\% \quad (4)$$

$$packetloss = \frac{(captured\ packets - displayed\ packets)}{\text{displayed packets}} \times 100\%$$

$$packetloss = \frac{(105 - 105)}{105} \times 100\%$$

$$packetloss = 0\ \%$$

Dengan cara di atas, penulis menerapkannya pada 10 perangkat komputer lainnya guna mendapatkan nilai *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packetloss*. Penulis mengirim mengirim packet ICMP dengan size 1000 sebanyak 105 kali yang bersumber dari masing-masing perangkat komputer, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Penguji *Quality Of Service* setelah Pemasangan OSPF

No.	Nama PC	Rata-rata *Delay* (ms)	Rata-rata *Jitter* (ms)	Rata-rata *Throughput* (KBps)	Rata-rata *Packetloss*
1	PC 0	92.7	93.6	4.2	0%
2	PC 1	85.8	78.3	5.31	0%
3	PC 2	89.2	62.4	6.78	0%
4	PC 3	86.4	85.0	4.97	0%
5	PC 4	94.3	74.1	5.87	0%
6	PC 5	98.1	69.8	6.23	0%
7	PC 6	80.5	82.7	5.53	0%
8	Laptop 0	98.2	71.9	4.56	0%
9	Laptop 1	102.3	69.5	5.13	0%
10	Laptop 2	103.4	65.9	6.05	0%
11	Laptop 3	105.5	73.3	5.48	0%
Rata-rata		94,21	74.64	5.44	0%

Hasil tersebut berbeda dengan hasil pengujian *Quality Of Service* pada saat protokol OSPF masih belum diterapkan. Berikut ini adalah hasil pengujian *Quality Of Service* pada tiap perangkat komputer sebelum protokol *routing* OSPF diterapkan:

Tabel 4. Hasil Pengujian *Quality Of Service* sebelum Pemasangan OSPF

No.	Nama PC	Rata-rata *Delay* (ms)	Rata-rata *Jitter* (ms)	Rata-rata *Throughput* (KBps)	Rata-rata *Packetloss*
1	PC 0	125.3	116.4	3.8	0%
2	PC 1	147.5	108.5	3.5	0%
3	PC 2	119.6	102.6	3.2	0%
4	PC 3	138.7	114.3	4	0%
5	PC 4	131.8	107.9	4.3	0%
6	PC 5	128.9	105.7	3.9	0%
7	PC 6	142.2	119	3.6	0%
8	Laptop 0	163	104.4	3.4	0%
9	Laptop 1	150.1	118.1	3.1	0%
10	Laptop 2	137.3	100.2	3.3	0%
11	Laptop 3	149.4	103.1	3.7	0%
Rata-rata		140.18	110.92	3.61	0%

Berdasarkan pengujian *Quality Of Service* yang telah dilakukan pada perangkat komputer baik sebelum maupun sesudah protokol *routing* OSPF diterapkan, maka dapat dapat dilakukan kategorisasi untuk tiap parameter, baik *delay*, *jitter*, *throughput*, maupun *packetloss*, sebagai berikut:

5. *Delay*

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan.

$$Rata - rata\ delay = \frac{Jumlah\ Delay}{(Jumlah\ paket\ diterima - 1)} \quad (5)$$

Tabel 5. Hasil Pengujian *Delay*

Kategori *Latency*	Besar *Delay* (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

Rata-rata *delay* keseluruhan pada perancangan ini adalah 94,21 ms yang berada dalam kategori sangat bagus. Hasil ini lebih bagus daripada topologi awal sebelum diterapkan OSPF yang memiliki rata-rata *delay* yaitu 140.18 ms.

6. *Jitter*

Jitter terjadi karena variasi-variasi dalam panjang antrian, waktu pengolahan data, dan juga waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan.

$$Jitter = \frac{Jumlah\ variasi\ delay}{Jumlah\ paket\ diterima - 2} \quad (6)$$

Untuk mencari nilai Variasi *Delay* menggunakan rumus :

Variasi *Delay* = *delay* (n) – *delay* (n-1)

Tabel 6. Hasil Pengujian *Jitter*

Kategori *Jitter*	*Jitter* (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms s/d 75 ms	3

Kategori *Jitter*	*Jitter* (ms)	Indeks
Sedang	75 ms s/d 125 ms	2
Jelek	125 ms s/d 225 ms	1

Rata-rata *jitter* keseluruhan pada perancangan ini yaitu 74.64 ms yang artinya dalam kategori bagus. Hasil ini lebih bagus daripada topologi awal sebelum diterapkan OSPF yang memiliki rata-rata *jitter* sebesar 110.92 ms yang termasuk dalam kategori sedang.

7. *Throughput*

Throughput yaitu kecepatan(*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam satuan bps (*bit per second*). *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

$$Throughput = \frac{Besar\ packet\ yang\ diterima}{waktu\ yang\ dibutuhkan} \quad (7)$$

Tabel 7. Hasil Pengujian *Throughput*

Kategori *Throughput*	*Throughput* (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	< 25	1

Rata-rata *throughput* keseluruhan pada perancangan ini yaitu 5.44 Kbps atau 5440 bps yang berada dalam kategori sangat bagus. Hasil ini lebih bagus daripada topologi awal sebelum diterapkan OSPF yang memiliki rata-rata *throughput* sebesar 3.61 Kbps atau setara 3610 bps

Packetloss

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang dapat menunjukan paket yang hilang karena *collision* dan *congestion* pada jaringan.

$$Packetloss = \frac{Jumlah\ paket\ yang\ gagal}{Jumlah\ paket\ yang\ dikirim} \times 100\% \quad (8)$$

Tabel 8. Hasil Pengujian *Packetloss*

Kategori Degredasi	*Packet Loss* (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	25	1

Rata-rata *packetloss* keseluruhan dalam perancangan ini adalah 0% yang artinya dalam kategori sangat bagus. Hasil ini sama dengan hasil rata-rata *packetloss* pada topologi awal sebelum diterapkan OSPF yang juga sebesar 0%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan, penulis menarik beberapa kesimpulan bahwa berdasarkan Pengujian yang di lakukan, diketahui bahwa *routing* protokol OSPF telah diterapkan di PT Indonesia Comnets Plus SBU Semarang. Meskipun demikian, terdapat permasalahan yaitu bahwa pada beberapa kasus sempat terjadi *delay* ketika melakukan pengiriman paket data. Penulis menduga bahwa salah satu penyebab permasalahan tersebut yaitu pada konfigurasi jaringan pada PT Indonesia Comnets Plus SBU Semarang. Oleh sebab itu, penulis melakukan perancangan topologi jaringan yang baru dengan *routing* protokol OSPF yang baru. Rancangan topologi jaringan PT

Indonesia Comnet Plus SBU terdiri dari 5 buah router, 5 buah switch, dan 11 perangkat komputer. Router 0, router 1, router 2, dan router 3 membentuk topologi jaringan ring. Sedangkan router 1, router 2, router 3, dan router 4 membentuk topologi jaringan star. Setiap router dihubungkan dengan menggunakan protokol *routing* OSPF. Hasil pengujian performa jaringan terhadap rancangan yang baru adalah bahwa rata-rata *delay* keseluruhan pada perancangan ini adalah 94,21 ms yang berada dalam kategori sangat bagus, rata-rata *jitter* keseluruhan pada perancangan ini yaitu 74.64 ms yang artinya dalam kategori bagus, rata-rata *throughput* keseluruhan pada perancangan ini yaitu 5.44 Kbps yang berada dalam kategori sangat bagus, dan rata-rata *packetloss* keseluruhan dalam perancangan ini adalah 0% yang artinya dalam kategori sangat bagus.

Daftar Pustaka

[1] 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.*, 2020.

[2] R. Setiawan, "Analisis Kinerja Routing Rip Dan Eigrp Pada Topologi Ring Dan Mesh Menggunakan Simulator Gns 3," *J. Teknol. Pint.*, Vol. 2.5, 2022.

[3] A. Rahman And H. Nurwasito, "Analisis Kinerja Protokol Routing Is-Is Dan Protokol Routing Eigrp Pada Jaringan Topologi Mesh," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, 2020.

[4] A. A. Bhuwana, U. A. Ahmad, And R. E. Saputra, "Pengukuran Infrastruktur Jaringan Komputer Di Kawasan Asrama Universitas Telkom Menggunakan Metode Qos," In *Eproceedings Of Engineering*, 2021, Vol. 8.2.

[5] D. Bahtiar And Others, "Pengenalan Dasar Instalasi Jaringan Komputer Menggunakan Mikrotik," *Jatimika J. Kreat. Mhs. Inform.*, Vol. 2.3, 2022.

[6] W. J. Barat, "Implementasi Routing Dinamis Ospfv3 Pada Internet Protocol Versi 6 (Ipv6) Menggunakan Router Mikrotik," *J. Format*, Vol. 8, 2019.

[7] S. Alvionita And H. Nurwasito, "Analisis Kinerja Protokol Routing Ospf, Rip Dan Eigrp Pada Topologi Jaringan Mesh," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, 2019.

[8] A. Azahro, D. Wulandary, And P. P. Putra, "Network Address Translation Penghubung Ip Public Dan Ip Private Pada Jaringan Komputer," 2019.

[9] I. P. A. E. Pratama And P. A. Dharmesta, "Implementasi Wireshark Dalam Melakukan Pemantauan Protocol Jaringan: Studi Kasus: Intranet Jurusan Teknologi Informasi Universitas Udayana," *J. Mantik*, Vol. 3.1, Pp. 94–99, 2019.

[10] J. Lazuardo, "Implementasi Hybrid Intrusion Detection Prevention System Sebagai Upaya Meningkatkan Keamanan Jaringan Pada Uptd Instalasi Farmasi Kab. Tangerang." 2022.

[11] Y. Yahfizham, *Dasar-Dasar Komputer*. 2019.

[12] A. Nurhana, "Perlindungan Hukum Atas Data Pribadi Pengguna Sim Card Telepon Seluler." 2023.

[13] Sudaryanto And H. Sajati, "Laporan Penelitian Dengan Judul 'Pengaruh Routing Protocol Switch Multilayer Untuk Transfer Data Pada Jaringan Komputer Di Laboratorium Komputer Itda.'" 2021.

[14] W. Syahputra, T. M. Diansyah, And R. Liza, "Pemanfaatan Mikrotik Router Board Sebagai Pengaman Serangan Ddos Menggunakan Metode Ids," *Semin. Nas. Teknol. Inf. \& Komun.*, Vol. 1, No. 1, 2020.

[15] B. F. Audrey, "Virtual Private Network Menggunakan Point To Point Tunnel Protocol Berbasis Mikrotik," *J. Netw. Comput. Appl.*, Vol. 1.1, Pp. 1–8, 2022.