

# ANALISIS QUALITY OF SERVICE ROUTING PROTOCOL OSPF PADA JARINGAN IPV4 MENGUNAKAN SIMULATOR CISCO PACKET TRACER

Putri Cathliniya Diyanti Faliha<sup>1)</sup> Fenella Claresta Sismanto<sup>2)</sup> Putrylia Handayani<sup>3)</sup>  
Rifky Alif Ridho Aditianto<sup>4)</sup>

Program Studi Teknik Komputer<sup>1) 2) 3) 4)</sup>

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta, Kab.Sleman, Yogyakarta<sup>1) 2) 3) 4)</sup>

faliha@students.amikom.ac.id<sup>(1)</sup> fenellaclaresta9@students.amikom.ac.id<sup>(2)</sup>

putryliahandayaniutomo19@students.amikom.ac.id<sup>(3)</sup> rifkyalifridhoaditianto@students.amikom.ac.id<sup>(4)</sup>

## ABSTRACT

*A good network must have the quality of service provided to users, therefore it must take into account Quality of Service (QoS). QoS refers to the ability of a network to provide better service on a particular network based on the needs required. On a computer network, a routing protocol is needed to find the shortest and best path in the process of communicating data packets on a network. One of the routing protocols that is often used in computer networks is the Open Shortest Path First (OSPF) routing protocol which is dynamic routing. In addition to the routing protocol, an addressing protocol is needed as a unique code to distinguish each computer in a network. The commonly used addressing protocol today is Internet Protocol version 4 (IPv4). Allocating IP addresses is easiest using IPv4, because IPv4 is most commonly used so it supports many network topologies and uses a simple 32 bit format and prefixes. The IPv4 protocol can carry packets through alternative paths if a connection is experiencing problems IPv4 is used as a protocol that can determine the route taken by packets to reach a destination. This research implements the OSPF routing protocol on an IPv4 network using Cisco Packet Tracer as a simulator with 2 routers and 2 switches. This research uses QoS calculations with reference to the standardisation of TIPHON and the parameters tested are throughput, delay, and packet loss. The purpose of this research is to analyse and determine the quality of network services on the OSPF routing protocol by measuring QoS on a network that has been simulated using Cisco Packet Tracer. The test results show that the average value of QoS according to the TIPHON standard produced by implementing the OSPF routing protocol on the IPv4 network has an index of 3.6 which means that the value shows good results.*

**Keywords:** IPv4, OSPF, QoS, Cisco Packet Tracer.

## ABSTRAK

Jaringan yang baik harus memiliki kualitas layanan yang diberikan ke pengguna maka dari itu harus memperhitungkan Quality of Service (QoS). QoS mengacu pada kemampuan suatu jaringan memberikan layanan yang lebih baik pada suatu jaringan tertentu berdasarkan kebutuhan yang diperlukan. Pada sebuah jaringan komputer diperlukan routing protokol untuk melakukan pencarian jalur singkat dan terbaik dalam proses komunikasi paket data di suatu jaringan. Salah satu routing protokol yang sering digunakan dalam jaringan komputer adalah routing protocol Open Shortest Path First (OSPF) yang merupakan routing dinamis. Selain protokol routing, diperlukan protokol pengalamatan sebagai kode unik untuk membedakan setiap komputer dalam suatu jaringan. Protokol pengalamatan yang umum digunakan saat ini adalah Internet Protocol version 4 (IPv4). Pengalokasian alamat IP yang paling mudah dengan menggunakan IPv4, karena IPv4 paling umum digunakan sehingga mendukung banyak topologi jaringan serta menggunakan format 32 bit dan prefiks yang sederhana. Pada protokol IPv4 dapat membawa paket melalui jalan alternatif apabila sebuah koneksi sedang mengalami masalah IPv4 digunakan sebagai protokol yang dapat menentukan rute yang diambil oleh paket untuk mencapai sebuah tujuan. Penelitian ini mengimplementasikan routing

protocol OSPF pada jaringan IPv4 menggunakan Cisco Packet Tracer sebagai simulator dengan 2 router dan 2 switch. Penelitian ini menggunakan perhitungan QoS dengan acuan standarisasi dari TIPHON serta parameter yang diujikan adalah throughput, delay, dan packet loss. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengetahui kualitas layanan jaringan pada routing protocol OSPF dengan mengukur QoS pada jaringan yang telah disimulasikan menggunakan Cisco Packet Tracer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata - rata QoS menurut standarisasi TIPHON yang dihasilkan dengan menerapkan routing protocol OSPF pada jaringan IPv4 memiliki indeks sebesar 3,6 yang berarti nilai tersebut menunjukkan hasil yang Memuaskan.

**Kata Kunci :** IPv4, OSPF, QoS, Cisco Packet Tracer.

## PENDAHULUAN

Di era saat ini perkembangan teknologi cukup pesat, demikian juga dengan perkembangan jaringan komputer. Jaringan komputer adalah sekumpulan komputer yang saling terhubung melalui media perantara di dalam suatu sistem yang memiliki aturan tertentu dalam mengontrol anggotanya dalam menjalankan proses komunikasi [1]. Pada sistem jaringan komputer, protokol merupakan salah satu hal paling penting dan protokol yang paling umum digunakan saat ini adalah Internet Protocol version 4 (IPv4) dengan panjang 32-bit. Protokol Internet ini berfungsi agar setiap perangkat dengan koneksi internet dapat saling terhubung satu sama lain. Hampir semua sistem saat ini dapat menangani routing IPv4 tanpa kesulitan dan IPv4 mendukung banyak topologi jaringan komputer [2]. Selain protokol, dalam merancang sebuah jaringan komputer juga diperlukan peralatan yang mendukung untuk melakukan komunikasi data yang baik yaitu router. Router diperlukan dalam melakukan proses transfer data melalui proses routing karena router dapat menghubungkan dua jaringan atau lebih dengan subnet yang berbeda. Sedangkan untuk menemukan jalur yang optimal dalam melakukan proses transfer data menggunakan routing protocol [5].

Banyak jenis routing yang digunakan, namun yang sering digunakan pada jaringan komputer adalah Routing Protocol OSPF (Open Shortest Path First) yang bersifat routing otomatis (dynamic routing). OSPF (Open Shortest Path First) adalah routing protocol Link State terbuka yang dirancang agar efektif dalam melakukan proses pembaruan informasi rute. Algoritma Shortest Path First (SPF) yang

dikembangkan dari algoritma Dijkstra berfungsi sebagai dasar routing OSPF bekerja. [3].

Kinerja jaringan dievaluasi menggunakan simulator Cisco Packet tracer dengan memperhatikan kinerja Quality of Service (QoS) menggunakan topologi yang telah dirancang pada simulator Cisco Packet Tracer. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memberikan hasil dari analisis QoS terhadap routing protocol OSPF pada jaringan IPv4. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui kualitas jaringan dengan melakukan pengukuran menggunakan parameter QoS yakni throughput, delay, dan packet loss.

## TINJAUAN PUSTAKA

### IPv4

Internet Protocol version 4 (IPv4) adalah protokol yang umum dan paling banyak digunakan saat ini sejak internet pertama kali ada di dunia. IPv4 memiliki ukuran jumlah pengalamatan 32 bit yang berfungsi untuk mengidentifikasi host dalam suatu jaringan dengan format penulisan alamat ditulis dengan 4 bagian yang dipisahkan oleh titik. IPv4 memiliki prefix sederhana yang merujuk pada subnetmask sehingga dapat mendukung banyak topologi jaringan. Setiap komputer yang terhubung ke jaringan internet memiliki alamat IP yang unik sehingga dengan alamat IP tersebut dapat membedakan komputer satu dengan lainnya [9].

### Protokol OSPF

Protokol OSPF (Open Shortest Path First) adalah sebuah routing protocol dengan menggunakan teknologi Link State bersifat terbuka yang dirancang untuk bekerja secara efektif dan efisien dalam proses

mendistribusikan informasi rute antar jaringan mengikuti pembaruan informasi rute secara dinamis. Algoritma Shortest Path First (SPF) merupakan dasar OSPF bekerja yang dikembangkan dari algoritma Dijkstra yang dirancang oleh IETF (Internet Engineering Task Force) [3].

### QoS

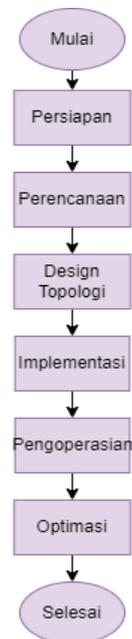
Quality of Service (QoS) mengacu pada kemampuan suatu jaringan dalam menyediakan layanan yang optimal untuk lalu lintas jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. Quality of Service dibuat untuk meningkatkan produktivitas pengguna dengan memungkinkan pengguna mengakses sebuah jaringan internet dengan kinerja yang mumpuni. QoS berupaya menawarkan kualitas layanan yang berbeda bergantung pada kebutuhan layanan dalam suatu jaringan. Menurut standarisasi TIPHON dalam pengukuran QoS memiliki parameter yang digunakan diantaranya throughput, delay, packet loss, dan jitter [8].

### Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer adalah sebuah aplikasi simulator alat jaringan komputer dan mekanisme jaringan dari Cisco. Simulator ini membuat pengguna dapat merancang, membangun, mengkonfigurasi jaringan komputer serta visualisasi jaringan dengan teknologi yang kompleks. Pada penelitian kali ini menggunakan Cisco Packet Tracer 8.2.0 untuk melakukan simulasi rancangan jaringan komputer [10].

## METODE PENELITIAN

### Metode PPDIOO



Gambar 1. Metode PPDIOO

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah metode PPDIOO (Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize) yaitu sebuah siklus perencanaan dalam membangun sebuah jaringan yang dikembangkan oleh Cisco. Metode ini digunakan dalam merancang dan membangun sebuah jaringan pada penelitian ini yang terbagi menjadi enam tahapan yaitu : Prepare (Persiapan), Plan (Perencanaan), Design (Desain), Implement (Implementasi), Operate (Operasi), Optimize (Optimasi) seperti yang terlihat pada Gambar 1 [11].

#### Teknik Persiapan

Tahap awal untuk melakukan penelitian dan melibatkan identifikasi masalah dan mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan untuk penelitian. Pada tahap ini, masalah yang terkait dengan topik penelitian diidentifikasi.

**Tahap Perencanaan**

Tahap untuk menentukan kebutuhan yang diperlukan dan mengumpulkan data referensi untuk studi literatur yang diperlukan untuk penelitian untuk mencapai tujuannya. Pada tahap ini dilakukan perencanaan penelitian agar tidak melampaui batas topik penelitian

**Tahap Desain**

Tahap pembuatan topologi jaringan sesuai dengan kebutuhan penelitian untuk memenuhi tujuan penelitian. Pada tahap ini dibuat topologi yang sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan penelitian

**Tahap Implementasi**

Tahap dimana segala sesuatu yang dibutuhkan dan dikumpulkan meliputi implementasi penelitian, konfigurasi jaringan, perhitungan kebutuhan untuk penelitian. Pada tahap ini, jika semua kebutuhan penelitian sudah terpenuhi, maka akan langsung diimplementasikan dan diolah dengan perangkat lunak Cisco Packet Tracer.

**Tahap Pengoperasian**

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada jaringan menggunakan routing protokol OSPF.

**Tahap Optimasi**

Merupakan tahap terakhir, setelah dilakukan pengujian dan pengumpulan data dan telah didapatkan hasilnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Tahap Persiapan**

Persiapan pada penelitian ini melakukan perancangan jaringan dengan menerapkan routing protocol OSPF pada IPv4 menetapkan kebutuhan perangkat untuk melakukan simulasi jaringan menggunakan simulator Cisco Packet Tracer. Pada tahap ini juga menentukan pokok permasalahan yaitu melakukan analisis perhitungan Quality of Service menggunakan routing protokol OSPF dengan pengukuran QoS melalui parameter throughput, delay, dan packet loss.

**Tahap Perencanaan**

Pada tahap ini dilakukan perencanaan untuk parameter pengukuran Quality of Service, adapun pada penelitian ini menggunakan standarisasi jaringan dari TIPHON (Telecommunication and World Protocol Harmonization Over Network) untuk mengukur nilai Quality of Service (QoS) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Indeks	Persentase (%)	Kategori
3,8 - 4	95- 100	Sangat Memuaskan
3 - 3,79	75 - 94,75	Memuaskan
2 - 2,99	50 - 74,75	Kurang Memuaskan
1 - 1,99	25 - 49,75	Buruk

**Tabel 1.** Nilai dan Persentase QoS

Pada Tabel 1 dapat dilihat Indeks dan Persentase dari Quality of Service yang memiliki kategori sebagai pengukuran mana yang sangat memuaskan hingga buruk. Penelitian ini melakukan pengukuran nilai Quality of Service (QoS) berdasarkan parameter throughput, delay, dan packet loss.

**Kategori Jaringan Berdasarkan Nilai Throughput**

Throughput mengacu pada jumlah data yang sukses terkirim pada jangka waktu tertentu dalam sebuah jaringan. Throughput diukur dengan mengetahui jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. [7].

Throughput	Indeks	Kategori
> 1.200 Kbps	4	Sangat Bagus
700 - 1.200 Kbps	3	Bagus
388 - 700 Kbps	2	Sedang
0 - 388 Kbps	1	Buruk

**Tabel 2.** Kategori Throughput

Pada Tabel 2. Nilai Throughput dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Data Dikirim}}{\text{Waktu Pengiriman}}$$

**Kategori Jaringan Berdasarkan Nilai Packet Loss**

Packet loss adalah suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi dimana jumlah total paket yang hilang selama proses transmisi dari sumber ke tujuan. Pada kasus packet loss memerlukan waktu yang lama untuk menuju ke tujuan dan sebagian paket tidak sampai ke tujuan. Penyebab terjadinya packet loss dipengaruhi oleh antrean pengiriman yang berlebihan, kontrol jaringan yang kurang baik, node yang bekerja melebihi daya tampung buffer [4].

Packet Loss (%)	Indeks	Kategori
0 - 3	4	Sangat Bagus
3 - 15	3	Bagus
15 - 25	2	Sedang

>25	1	Buruk
-----	---	-------

**Tabel 3.** Kategori Packet Loss

Pada Tabel 3 nilai packet loss dapat dihitung melalui Persamaan yang digunakan untuk menghitung Packet Loss adalah:

$$\text{Packet loss} = \left( \frac{\text{Paket data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \right) \times 100\%$$

**Kategori Jaringan Berdasarkan Nilai Delay**

Delay (latency) adalah lamanya waktu atau perbedaan selang waktu yang diperlukan suatu paket untuk sampai ke tujuan dalam suatu jaringan, yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain. Pada dasarnya delay tersusun dari latency, delay akses, dan delay transmisi [6].

Delay (ms)	Indeks	Kategori
<150	4	Sangat Bagus
150 - 300 ms	3	Bagus
300 - 450 ms	2	Sedang
>450 ms	1	Buruk

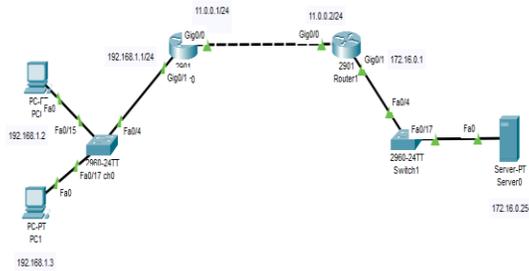
**Tabel 4.** Kategori Delay

Pada Tabel 4. Indeks delay sebagai persamaan yang digunakan untuk menghitung Delay adalah:

$$\text{Delay} = \frac{\text{Packet Length}}{\text{Link Bandwidth}}$$

**Tahap Desain**

Pada tahap ini dilakukan perancangan topologi jaringan komputer dimana setiap komputer saling terhubung dalam jaringannya menggunakan kabel tunggal, sehingga proses pengiriman data akan langsung mencapai tujuan. Pada topologi jaringan kali ini terdapat 2 Router, 2 Switch, 1 Server dan 2 PC Client seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Topologi

**Tahap Implementasi**

Pada tahap ini melakukan implementasi data. Terdapat skenario pengujian yaitu: Pengujian dilakukan dengan menggunakan protokol ICMP pada traffic normal. Traffic normal yaitu semua PC tidak melakukan aktivitas pertukaran data. Pengujian untuk protokol ICMP dilakukan melalui terminal dengan ping dari client ke server. Skenario pengujian dilakukan sebanyak empat kali, sebagai berikut:

- 1) Mengirim paket data ICMP sebesar 10 data dari PC ke Server
- 2) Mengirim paket data ICMP sebesar 20 data dari PC ke Server
- 3) Mengirim paket data ICMP sebesar 30 data dari PC ke Server
- 4) Mengirim paket data ICMP sebesar 40 data dari PC ke Server

**Tahap Pengoperasian**

Melakukan pengujian berdasarkan skenario yang telah dibuat. Pertama dilakukan pengujian pengiriman paket ICMP sebesar 10, 20, 30, dan 40. Semua pengujian dilakukan pada saat traffic jaringan normal.

Hasil Pengujian Pertama dengan 10 Paket ICMP

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Jumlah Data Dikirim}}{\text{Waktu Pengiriman}} \\ &= \frac{10240 \text{ bit}}{0,014 \text{ s}} \\ &= 731428,57 \text{ bit/s} \\ &= 731,4 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \frac{\text{Packet Length}}{\text{Link Bandwidth}} \\ &= \frac{10240 \text{ bit}}{731428,57 \text{ bit/s}} \\ &= 0,014 \text{ s} = 14 \text{ ms} \end{aligned}$$

Packet Loss =

$$\begin{aligned} &\left( \frac{\text{Paket data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{10 - 10}{10} \right) \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Kedua dengan 20 Paket ICMP

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Jumlah Data Dikirim}}{\text{Waktu Pengiriman}} \\ &= \frac{20480 \text{ bit}}{0,017 \text{ s}} \\ &= 1204705,8 \text{ bit/s} \\ &= 1204,7 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \frac{\text{Packet Length}}{\text{Link Bandwidth}} \\ &= \frac{20480 \text{ bit}}{1204705,8 \text{ bit/s}} \\ &= 0,017 \text{ s} = 17 \text{ ms} \end{aligned}$$

Packet Loss =

$$\begin{aligned} &\left( \frac{\text{Paket data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{20 - 19}{20} \right) \times 100\% \\ &= 5\% \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Ketiga dengan 30 Paket ICMP

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{\text{Jumlah Data Dikirim}}{\text{Waktu Pengiriman}} \\
 &= \frac{30720 \text{ bit}}{0,024 \text{ s}} \\
 &= 1280000 \text{ bit/s} \\
 &= 1280 \text{ Kbps}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Delay} &= \frac{\text{Packet Length}}{\text{Link Bandwidth}} \\
 &= \frac{30720 \text{ bit}}{1280000 \text{ bit/s}} \\
 &= 0,024 \text{ s} = 24 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Packet Loss} &= \left( \frac{\text{Paket data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \right) \times 100\% \\
 &= \left( \frac{30 - 30}{30} \right) \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Keempat dengan 40 Paket ICMP

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{\text{Jumlah Data Dikirim}}{\text{Waktu Pengiriman}} \\
 &= \frac{40960 \text{ bit}}{0,035 \text{ s}} \\
 &= 1170285,7 \text{ bit/s} \\
 &= 1170,2 \text{ Kbps}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Delay} &= \frac{\text{Packet Length}}{\text{Link Bandwidth}} \\
 &= \frac{40960 \text{ bit}}{1170285,7 \text{ bit/s}} \\
 &= 0,035 \text{ s} = 35 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Packet Loss} &= \left( \frac{\text{Paket data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \right) \times 100\% \\
 &= \left( \frac{40 - 40}{40} \right) \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

### Tahap Optimasi

Berdasarkan data - data yang diperoleh dari hasil pengujian Quality of Service dengan menggunakan parameter Delay, Packet Loss, dan Throughput pada routing protocol OSPF menunjukkan nilai rata - rata QoS di setiap parameter pada traffic normal seperti yang terlihat pada Tabel 5.

Parameter	Rata - rata	Indeks	Kategori
Delay	22,5 ms	4	Sangat Bagus
Packet Loss	1,25%	4	Sangat Bagus
Throughput	1096,5 Kbps	3	Bagus

Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan rata-rata nilai QoS pada jaringan IPv4 menggunakan routing protokol OSPF pada traffic normal memiliki nilai sebesar 3,6 dengan kategori yang memuaskan.

### SIMPULAN

Implementasi routing protokol OSPF pada jaringan IPv4 berhasil dilakukan pada software Cisco Packet Tracer dengan 2 router dan 2 switch. Berdasarkan standarisasi TIPHON dari hasil pengujian QoS yang diperoleh pada parameter delay menunjukkan hasil yang

Sangat Bagus dengan Indeks sebesar 4 dan rata - rata delay sebesar 22,5ms. Berdasarkan standarisasi TIPHON dari hasil pengujian QoS yang diperoleh pada parameter packet loss menunjukkan hasil yang Sangat Bagus dengan Indeks sebesar 4 dan rata - rata packet loss sebesar 1,25%. Berdasarkan standarisasi TIPHON dari hasil pengujian QoS yang diperoleh pada parameter throughput menunjukkan hasil yang Bagus dengan Indeks sebesar 3 dan rata - rata throughput sebesar 1096,5 Kbps. Berdasarkan hasil pengukuran nilai QoS pada jaringan IPv4 yang dilakukan dari 3 parameter yaitu throughput, delay, packet loss menunjukkan kualitas QoS termasuk dalam kategori Memuaskan dengan rata - rata indeks QoS sebesar 3,6.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] SAPUTRI, I. (2020). ANALISIS PERBANDINGAN IPv4 DAN IPv6 PADA JARINGAN SMKN 7 PALOPO. 01(01), 36–42. <http://repository.uncp.ac.id/id/eprint/411>
- [2] Bangun, C. N., 2023. Jaringan Komputer. Medan: Teknik Informatika Fakultas Vokasi Universitas Sumatera Utara. Cindya.
- [3] Supriyatno, S., Jupriyadi, J., Ahdan, S., & Dadi Riskiono, S. (2020). Perbandingan Kinerja Rip Dan Ospf Pada Topologi Mesh Menggunakan Cisco Packet Tracer. TELEFORTECH : Journal of Telematics and Information Technology, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.33365/tft.v1i1>.
- [4] Christopher, K., Agus, I. M., Suarjaya, D., & Hary, A. A. N, 2022. Analisis dan monitoring layanan internet kepada pelanggan menggunakan aplikasi berbasis open source. PT Jaya Kartha Solusindo.
- [5] Dapina Nurazizah, I., 2022. Protocol Routing. Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika Dan Manajemen STMIK, 13(11), 1–11.
- [6] Daud Muhammad Tulloh, M. Ficky Duskarnaen, & Hamidillah Ajie. (2020). Analisis jaringan akses internet menggunakan mikrotik router OS di SMK Tunas Harapan dengan optimalisasi load balancing menggunakan parameter QoS. Pinter : Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer, 4(1), 39–42. <https://doi.org/10.21009/pinter.4.1.9>.
- [7] Guntara, A., Hanafi, H., & Muhammad, M. (2019). Analisis Throughput Jaringan LAN Ad Hoc pada Ruang Indoor Menggunakan Standar Tiphon. Jurnal Litek : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika, 16(1), 13. <https://doi.org/10.30811/litek.v16i1.1465>
- [8] Mikola, A., & Sari, M. (2022). Analisis Sistem Jaringan Berbasis QoS untuk Hot-Spot Di Institut Shanti Bhuana. Journal of Information Technology, 2(1), 31–35. <https://doi.org/10.46229/jifotech.v2i1.398E> lcom, 2013. Seri Belajar Kilat Dreamweaver CS6. Yogyakarta: Andi Offset.
- [9] Rahmawati, Y., & Mutiara Anjani, N. (2023). Implementation of Link Failover on Metronet Network PT. Telkom Indonesia (Persero) Based on Ipv4 and OSPF. Journal of Informatics and Telecommunication Engineering, 6(2), 458–472. <https://doi.org/10.31289/jite.v6i2.8313>Fathansyah, I., 2002. Basis Data. Bandung: Informatika.
- [10] Ridwan Nullah, M., Awaludin, R., Khadijah Kibtiyah, dan, Fatimah, S., Nusa Putra Jl Raya Cibatu Cisaat No, U., Kaler, C., Cisaat, K., Sukabumi, K., & Barat, J. (2022). Software Cisco Packet Tracer Menjadi Solusi Sebagai Perancangan Jaringan Lan. Mekatronika Dan Ilmu Komputer) Universitas Nusa.
- [11] UMAM, C. (2019). PENERAPAN METODE PPDIOO PADA JARINGAN INTERNET BERBASIS WIRELESS (STUDI KASUS: KANTOR DESA KABUPATEN MAGELANG).