



Optimasi Kinerja Routing Dinamis Menggunakan Algoritma Open Shortest Path First (OSPF) dalam Topologi Mesh pada Jaringan LAN

Yulfiana¹, Jumadi M. Parenreng², Andi Baso Kaswar³

^{1,2,3} Universitas Negeri Makassar
Email: yulfianafiana5@gmail.com

Article Info

Article history:

Received August 5, 2024
Revised August 9, 2024
Accepted August 14, 2024

Keywords:

LAN, Mesh, MPLS,

ABSTRACT

Increasingly dense data exchange activities cause uncontrollable overhead, negatively impacting overall network efficiency and performance and increasing the risk of downtime. This study aims to compare the performance of dynamic routing using Open Shortest Path First (OSPF) and the use of OSPF-MPLS (Multi Protocol Label Switching). The research method used is experimental research. The design carried out in this study was successful, both Open Shortest Path First (OSPF) and OSPF-MPLS (Multi Protocol Label Switching) are able to manage network traffic effectively. The Open Shortest Path First (OSPF) test was carried out with Quality of services (QoS) parameters, showing very good performance with an average delay of 0.005 ms, packet loss of 0%, jitter of 0.0911 ms and throughput of 1651 kbps in the good category, indicating that the Open Shortest Path First (OSPF) method is running well. Meanwhile, OSPF-MPLS (Multi Protocol Label Switching) also showed very good results with an average delay of 0.005 ms, packet loss of 0%, jitter of 0.852 ms, and a throughput of 1721 kbps of good quality, indicating that data packets are sent more consistently and stably. Based on this, it is known that all methods of both are well used. However, OSPF-MPLS (Multi Protocol Label Switching) is more optimal compared to Open Shortest Path First (OSPF) which can be seen in one of the test results of the parameters used such as throughput and jitter values, by combining Open Shortest Path First (OSPF) and Multi Protocol Label Switching (MPLS) the network can be better optimized in terms of scalability, traffic engineering, optimizing performance, and addressing issues that commonly arise with network traffic.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received August 5, 2024
Revised August 9, 2024
Accepted August 14, 2024

Keywords:

LAN, Mesh, MPLS

ABSTRACT

Aktivitas pertukaran data yang semakin padat sehingga menyebabkan *overhead* yang sulit dikendalikan, memberikan dampak negatif terhadap efisiensi dan kinerja keseluruhan jaringan dan meningkatkan resiko *downtime*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja routing dinamis menggunakan *Open Shortest Path First* (OSPF) dan penggunaan OSPF-MPLS (*Multi Protocol Label Switching*). Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental. Perancangan yang dilakukan pada penelitian ini berhasil dilakukan, baik *Open Shortest Path First* (OSPF) maupun OSPF-MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) mampu mengelola lalu lintas jaringan secara efektif. Pengujian *Open Shortest Path First*



(OSPF) dilakukan dengan parameter *Quality of services* (QOS), menunjukkan performa yang sangat bagus dengan *delay* rata-rata 0.005 ms, *packet loss* 0%, *jitter* 0.0911 ms dan *throughput* 1651 kbps kategori bagus, menandakan bahwa metode *Open Shortest Path First* (OSPF) berjalan dengan baik. Sedangkan OSPF-MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) menunjukkan juga hasil yang sangat bagus dengan *delay* rata-rata 0.005 ms, *packet loss* 0%, *jitter* 0.852 ms, dan *throughput* 1721 kbps kategori bagus, menunjukkan bahwa paket data dikirim dengan lebih konsisten dan stabil. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa semua metode keduanya baik digunakan. Namun, OSPF-MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) lebih optimal dibandingkan dengan *Open Shortest Path First* (OSPF) yang dapat dilihat pada salah-satu hasil pengujian parameter yang digunakan seperti nilai *throughput* dan *jitter*, dengan menggabungkan *Open Shortest Path First* (OSPF) dan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) jaringan dapat dioptimalkan dengan lebih baik dalam hal skalabilitas, *traffic engineering*, mengoptimalkan performa, dan menangani permasalahan yang umumnya muncul pada lalu lintas Jaringan.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Nama penulis: Yulfiana
Universitas Negeri Makassar
Email: yulfianafiana5@gmail.com

Pendahuluan

Dunia teknologi saat ini berkembang dengan cepat, terutama teknologi jaringan komputer, yang banyak digunakan oleh manusia untuk berkomunikasi dan mengirim data dalam jarak jauh dengan cepat. Penggunaan teknologi jaringan telah tersebar berbagai kalangan, termasuk perusahaan, instansi pemerintah, sektor swasta, dan lembaga pendidikan di seluruh dunia. Dalam perkembangannya, salah satu aspek yang semakin berkembang adalah pemanfaatan Jaringan Lokal (LAN) dalam lingkup yang cukup terbatas, seperti di kantor atau area kerja tertentu [2][3].

Dalam lingkungan yang terus berkembang, jaringan menjadi tulang punggung utama untuk mendukung operasional organisasi. Namun, aktivitas pertukaran data pada jaringan yang semakin padat sehingga menyebabkan overhead yang sulit dikendalikan, memberikan dampak negatif terhadap efisiensi dan kinerja keseluruhan jaringan. Tantangan lain muncul dalam bentuk waktu konvergensi yang lambat, yang dapat memperlambat pemulihan setelah kegagalan dan meningkatkan risiko *downtime*. Situasi seperti ini dapat memerlukan manajemen lalu lintas jaringan.

Routing data dalam jaringan adalah pemilihan jalur dalam jaringan yang digunakan untuk mengirimkan data melalui perangkat jaringan yang disebut router. Router menggunakan peta atau *routing* tabel untuk mengetahui jalur mana yang akan digunakan untuk mengirimkan data ke alamat yang dituju [1][6].



Penelitian yang dilakukan oleh Y. D. Villasica dan N. Mubarakah membahas tentang pengujian kinerja *Routing Open Shortest Path First (OSPF)* pada topologi *mesh* dengan melakukan pengukuran berdasarkan parameter *Delay*, *Packet loss*, dan *Throughput* dengan kondisi *Traffic* saat tidak sibuk dan *Traffic* sibuk menunjukkan bahwa hasil simulasi dan pengujian *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)* memiliki nilai rata-rata *delay* terendah dibandingkan *Open Shortest Path First (OSPF)*. Hasil pengujian *packet loss* yang dikonfigurasi menggunakan *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)* dan *Open Shortest Path First (OSPF)* pada topologi *mesh* yaitu 0% atau tidak terjadi *packet loss*. Hasil pengujian parameter *throughput traffic* tidak sibuk *routing Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)* memiliki hasil *throughput* lebih besar dibandingkan *Routing Open Shortest Path First (OSPF)*, sedangkan pada *throughput traffic* sibuk *routing Open Shortest Path First (OSPF)* memiliki hasil *throughput* lebih besar dibandingkan *routing Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)*. Sehingga *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)* memiliki kinerja terbaik berdasarkan parameter *delay* dan parameter *throughput traffic* tidak sibuk dan *routing Open Shortest Path First (OSPF)* memiliki kinerja terbaik berdasarkan parameter *throughput traffic* sibuk [3].

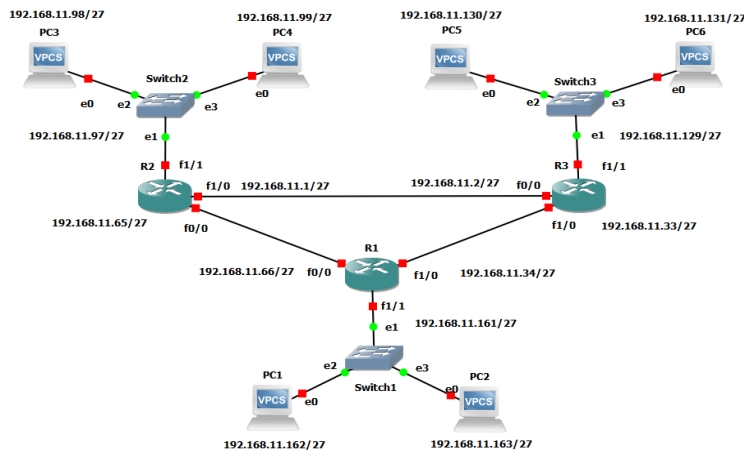
Penelitian diatas menunjukan *routing OSPF* dapat memberikan pilihan jalur terbaik (*best path*) dalam mengantarkan paket data. Namun, *Open Shortest Path First (OSPF)* memiliki keterbatasan dalam melakukan *traffic engineering* untuk mengarahkan lalu lintas dengan cara tertentu dan *Open Shortest Path First (OSPF)* menghasilkan database *link-state (LSDB)* yang besar, sehingga menyebabkan *overhead* dan kompleksitas tinggi. Dengan menggabungkan *Open Shortest Path First (OSPF)* dan *Multiprotocol Label Switching (MPLS)*, jaringan dapat dioptimalkan dengan lebih baik dalam hal skalabilitas, *traffic engineering* untuk memberikan dukungan terhadap *Quality of Service (QoS)*. Dengan demikian, berperan dalam meningkatkan kualitas layanan secara keseluruhan di jaringan komputer, mengoptimalkan performa, dan menangani permasalahan yang umumnya muncul pada lalu lintas. Kualitas layanan merupakan aspek yang sangat penting dalam suatu jaringan internet, termasuk dalam konteks jaringan komputer. Jaringan telah menjadi kebutuhan mendesak dalam bisnis dan komunikasi global, penting untuk menganalisis dan memahami signifikansi kinerja *routing* dalam kerangka protokol *OSPF* dan *OSPF-MPLS*.

Multiprotocol Label Switching (MPLS) merupakan sebuah metode dengan performa tinggi untuk meneruskan paket melewati suatu jaringan yang mengizinkan router yang berada di *edge network* untuk menyisipkan label yang *simple* kedalam sebuah paket. *Multiprotocol Label Switching (MPLS)* juga mendukung teknik pengaturan lalu lintas yang canggih, seperti *traffic engineering*, yang memungkinkan administrator untuk mengoptimalkan penggunaan *bandwidth* dan menghindari *bottleneck* yang mungkin muncul dalam jaringan.

Metode

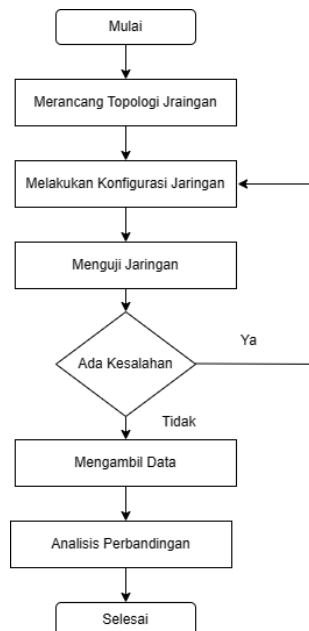
Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental yang melibatkan simulasi langsung dari konfigurasi jaringan *Local Area Network (LAN)* dengan topologi *mesh* menggunakan algoritma *Open Shortest Path First (OSPF)* dengan kelebihan memberikan hasil berdasarkan pengamatan langsung pada simulasi menggunakan aplikasi *Graphical Network Simulator (GNS3)* yang mencerminkan kondisi jaringan sebenarnya.

Penelitian ini dilakukan di Universitas Negeri Makassar Parang Tambung, beralamat di Jalan Malengkeri Raya, Parang Tambung, Kec. Tamalate, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini direncanakan selama 2 bulan yaitu bulan januari-februari tahun 2024.



Gambar 1. Desain Topologi Jaringan

Gambar 1 merupakan model jaringan yang akan digunakan, pada perancangan ini suatu jaringan komputer akan dihubungkan dengan jaringan komputer yang lain dalam satu jaringan. Pada model jaringan terdapat tiga jaringan yang terpisah, dan masing-masing jaringan membentuk jaringan komputer sendiri. Agar antar jaringan satu dengan jaringan yang lain bisa saling berhubungan, maka antara jaringan tersebut harus dihubungkan. Jika semua jaringan menggunakan kelas *IP address* yang sama, cukup menggunakan *switch*. Namun, jika jaringan memiliki kelas *IP address* yang berbeda, diperlukan perangkat tambahan seperti router yang dapat mengontrol lalu lintas data antar jaringan tersebut.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Sistem

Gambar 2 merupakan *flowchart* desain dan perancangan sistem yang akan digunakan. Setelah dilakukan perancangan topologi jaringan langkah selanjutnya adalah melakukan tahap



konfigurasi jaringan, Dilakukan pelngjian setelah topologi sudah dikonfigurasi yang terdapat dua keluaran pada tahap pengujian. selanjutnya yaitu pengambilan data. Kemudian dilakukan analisis dilakukan dengan memonitoring setiap paket yang melewati jaringan menggunakan *wireshark*. Setelah itu akan didapatkan nilai rata-rata parameter *Quality of Services* (QoS) yang telah diukur.

Hasil

1. Menentukan IP Address

IP *address* adalah sebuah kode numerik yang diberikan kepada perangkat seperti komputer, router, atau printer yang terhubung dalam suatu jaringan komputer yang menggunakan protokol internet untuk berkomunikasi.

Tabel 1. Penggunaan IP pada PC

Nama PC	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
PC1	192.168.11.162	225.225.225.2224	192.168.11.161
PC2	192.268.11.163	225.225.225.2224	192.168.11.161
PC3	192.168.11.98	225.225.225.2224	192.168.11.97
PC4	192.168.11.99	225.225.225.2224	192.168.11.97
PC5	192.168.11.130	225.225.225.2224	192.168.11.129
PC6	192.168.11.131	225.225.225.2224	192.168.11.129

2. Setting Router

Router adalah perangkat yang berperan sebagai penghubung antaradua atau lebih jaringan dengan tujuan untuk mengalirkan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya, memungkinkan komunikasi yang efisien antara berbagai perangkat dan jaringan yang terhubung. Cara mengatur penggunaan router yaitu dengan menjalankan router, klik kanan pada router lalu *console*. Adapun perintah untuk melakukan setting router pada *FastEthernet* adalah sebagai berikut.

- *config* - Ini untuk masuk ke mode konfigurasi router.
- *int fa2#1/1* - Ini untuk memilih *interface* misal yang disetting adalah *FastEthernet1/1* untuk dikonfigurasi.
- *description* ke LAN lokal - Ini menambahkan deskripsi ke *interface*, "ke LAN lokal".
- *ip add 192.168.11.161 255.255.255.224* - Ini memberikan alamat IP 192.168.11.161 dan *subnet mask* 255.255.255.224 ke *interface*.
- *no sh* - Ini menonaktifkan perintah *shutdown* pada *interface*, sehingga mengaktifkannya.
- *exit* - Ini keluar dari mode konfigurasi untuk *interface*.
- *end* - Ini keluar dari mode konfigurasi router.
- *write memory* - Ini menyimpan konfigurasi ke memori.

a. Setting Router *Open Shortest Path first* (OSPF)

Open Shortest Path First (OSPF) memungkinkan jaringan untuk berkonvergensi dengan cepat setelah terjadi perubahan topologi [5]. Ketika terjadi perubahan dalam jaringan, *Open*



Shortest Path First (OSPF) akan secara otomatis menginformasikan perangkat lain tentang perubahan tersebut dan menyebarkan informasi topologi baru ke seluruh jaringan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan dan memastikan bahwa lalu lintas tetap mengalir secara efisien. Perintah untuk melakukan *setting* router *Open Shortest Path First* (OSPF) adalah.

```
Router (config) #router ospf 10
Router(config-router) #network 192.168.11.0 0.0.0.03 area 1
Router(config-router) #network 192.168.11.0 0.0.0.255 area 1
Router(config-router) #end
```

Setelah dilakukan *setting* router *Open Shortest Path First* (OSPF) maka dilakukan pengecekan hasil konfigurasi menggunakan teknik *Open Shortest Path First* (OSPF).

```
R1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, I - LISP
       a - application route
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set
  192.168.11.0/24 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
O   192.168.11.0/27 [110/2] via 192.168.11.65, 00:12:42, FastEthernet0/0
    [110/2] via 192.168.11.33, 00:04:25, FastEthernet1/0
C   192.168.11.32/27 is directly connected, FastEthernet1/0
L   192.168.11.34/32 is directly connected, FastEthernet1/0
C   192.168.11.64/27 is directly connected, FastEthernet0/0
L   192.168.11.66/32 is directly connected, FastEthernet0/0
O   192.168.11.96/27 [110/2] via 192.168.11.65, 00:12:42, FastEthernet0/0
O   192.168.11.128/27 [110/2] via 192.168.11.33, 00:04:35, FastEthernet1/0
C   192.168.11.160/27 is directly connected, FastEthernet1/1
L   192.168.11.161/32 is directly connected, FastEthernet1/1
```

Gambar 3. Contoh hasil Konfigurasi Router Dinamis OPSF pada Router 1

Gambar 3 merupakan contoh hasil konfigurasi dinamis *Open Shortest Path First* (OSPF) pada router 1, dapat dilihat terdapat *symbol* O yang menunjukkan hasil konfigurasi dengan teknik *Open Shortest Path First* (OSPF). Pertama prefix O 192.168.11.0/27 memiliki dua jalur tersedia, yang masing-masing memiliki *metric (cost)* sebesar 2. Jalur pertama menuju ke 192.168.11.65 melalui antarmuka *FastEthernet0/0*, dan yang kedua menuju ke 192.168.11.33 melalui antarmuka *FastEthernet1/0*. Prefix O 192.168.11.96/27 prefix ini juga memiliki *metric* sebesar 2 dan menuju ke 192.168.11.65 melalui antarmuka *FastEthernet0/0*. Selanjutnya Prefix O 192.168.11.128/27 juga memiliki *metric* sebesar 2 dan menuju ke 192.168.11.33 melalui antarmuka *FastEthernet1/0*.

b. *Setting* Router OSPF Menggunakan MPLS



MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) merupakan metode transmisi data yang menggunakan label untuk melakukan *forwarding* paket data atau meneruskan data melalui suatu jaringan dengan menggunakan informasi dalam label yang diletakkan pada IP.

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip cef
R1(config)#mpls ip
R1(config)#mpls label protocol ldp
R1(config)#int fa1/1
R1(config-if)#mpls ip
R1(config-if)#mpls label protocol ldp
R1(config-if)int fa1/0
R1(config-if)#mpls ip
R1(config-if)#mpls label protocol ldp
R1(config)#int fa0/0
R1(config-if)#mpls ip
R1(config-if)#mpls label protocol ldp
% Incomplete command.
R1(config-if)#mpls label protocol ldp
R1(config)#end
R1#
*May 18 00:07:26.771: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#write memory
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written by
a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
R1#show run interface FastEthernet1/1
Building configuration...
Current configuration : 161 bytes
!
interface FastEthernet1/1
  description to local LAN
  ip address 192.168.11.161 255.255.255.224
  duplex auto
  speed auto
  mpls label protocol ldp
  mpls ip
end
```

Gambar 4. Router Dinamis OPSF dengan MPLS pada Router 1

Gambar 4 merupakan tampilan saat melakukan konfigurasi dengan mengaktifkan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) pada tiga antarmuka yaitu *FastEthernet1/1*, *FastEthernet1/0* dan *FastEthernet0/0*. Dapat dilihat salah-satu contoh pada bagian *show run interface FastEthernet1/1* telah disiapkan dengan alamat IP 192.168.11.161/27 dan telah dikonfigurasi untuk mendukung MPLS dengan menggunakan LDP (*Label Distribution Prtotocol*)

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ip cef
R2(config)#mpls ip
```



```

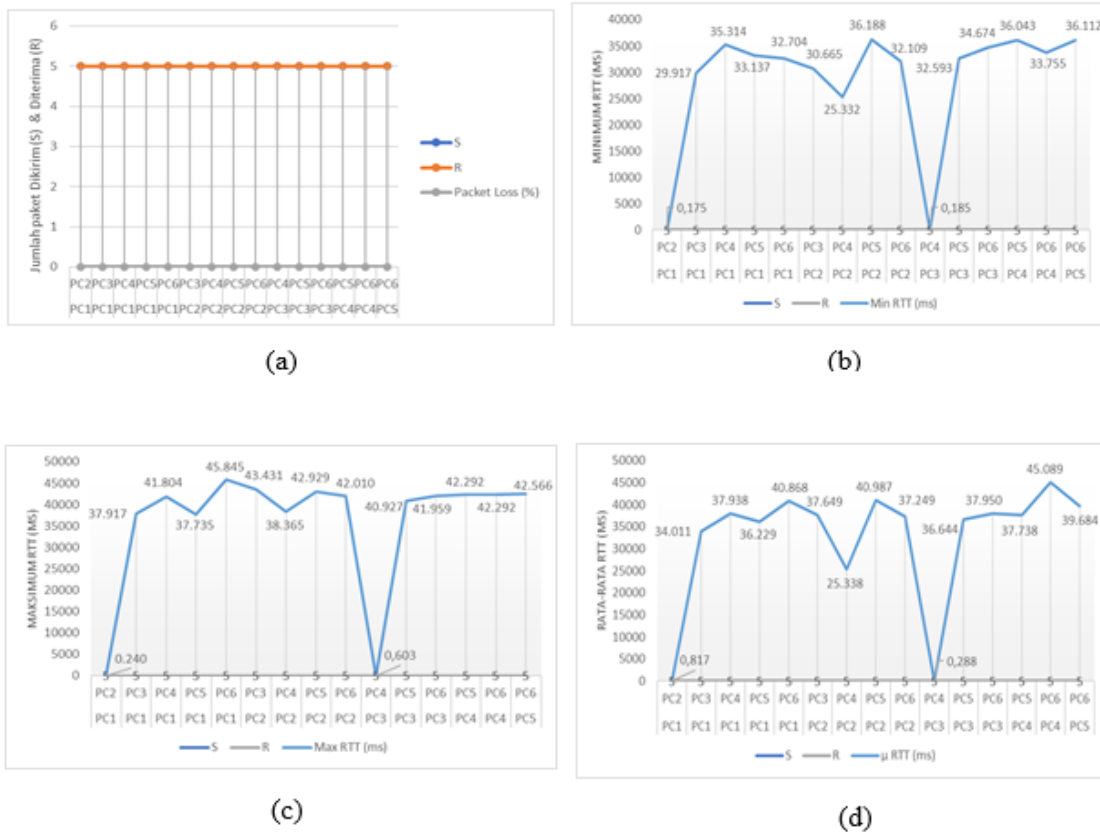
R2(config)#mpls label protocol ldp
R2(config)#int fa1/1
R2(config-if)#mpls ip
R2(config-if)#mpls label protocol ldp
R2(config-if)int fa1/0
R2(config-if)#mpls ip
R2(config-if)#mpls label protocol ldp
R2(config)#int fa0/0
R2(config-if)#mpls ip
R2(config-if)#mpls label protocol ldp
% Incomplete command.
R2(config-if)#mpls label protocol ldp
R2(config)#end
R2#
*May 18 01:09:29.445: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#write memory
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written by a
different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
R2#sh mpls forwarding-table
Local      Outgoing  Prefix          Bytes Label  outgoing  Next Hop
Label      Label     or Tunnel Id    Switched     interface
16         Pop Label  192.168.11.32/27 0          Fa0/0       192.168.11.66
           No Label  192.168.11.32/27 0          Fa1/0       192.168.11.2
17         No Label  192.168.11.128/27 0         Fa1/0       192.168.11.2 18
18         Pop Label  192.168.11.160/27 0         Fa0/0       192.168.11.66
    
```

. Gambar 5. Router Dinamis OPSF dengan MPLS pada Router 2

Gambar 5 merupakan tampilan saat melakukan konfigurasi dengan mengaktifkan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS). Pada tiga antarmuka yaitu *FastEthernet1/1*, *FastEthernet1/0* dan *FastEthernet0/0*.. “*Pop Label*” menunjukkan bahwa *label* dihapus sebelum paket diteruskan ke antarmuka keluar yang terjadi ketika paket mencapai tujuan akhir di jalur *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) dan “*No Label*” menunjukkan bahwa tidak ada label yang diterapkan, yang berarti *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) tidak digunakan untuk pengalihan paket ini, *prefix/prefix length* menunjukkan rentang alamat IP yang diberi label misalnya, 192.168.11.32/27 dan 192.168.11.160/27 sedangkan *outgoing interface* merupakan antarmuka keluar tempat paket akan diteruskan kemudian *next hop* adalah alamat IP router berikutnya dalam jalur *Multi Protocol Label Switching* (MPLS). seperti pada IP192.168.11.66.

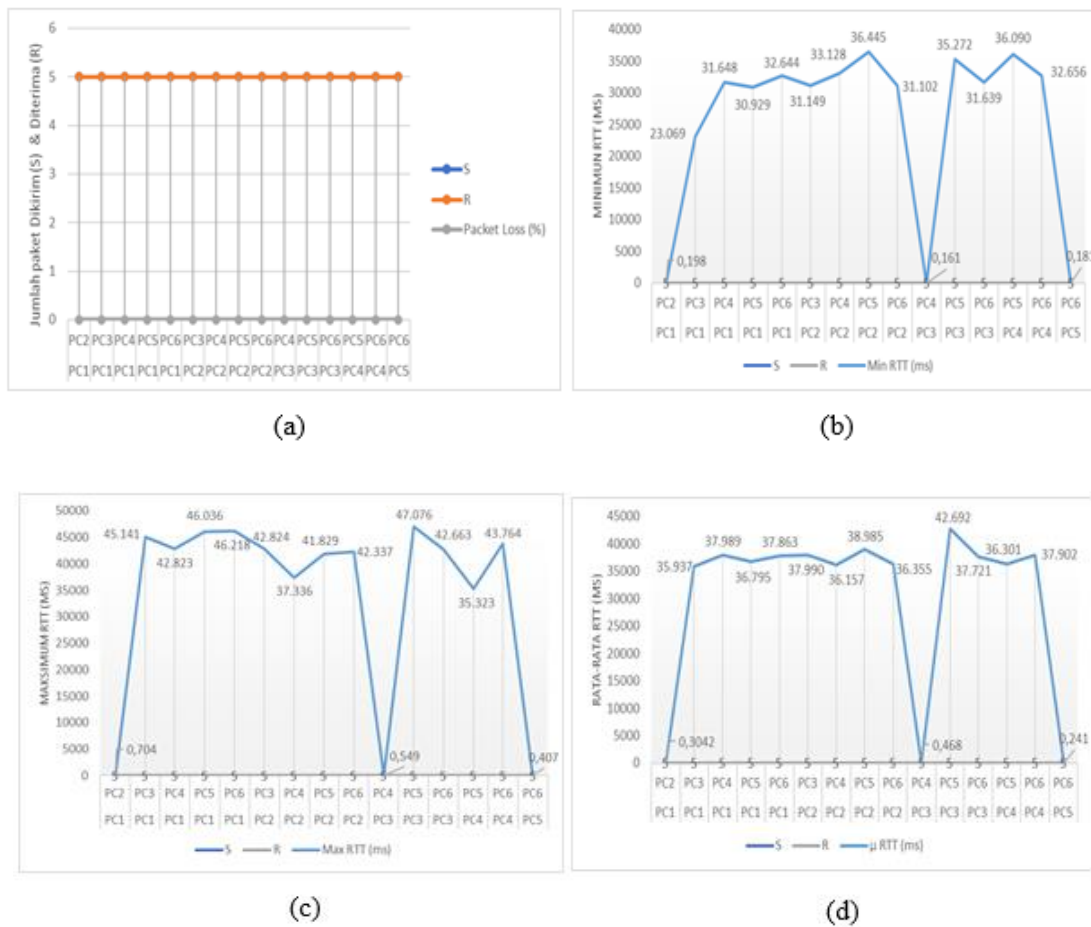
3. Pengujian *Ping Test*

Ping test adalah alat yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas koneksi antara dua titik dalam jaringan komputer. Berikut grafik hasil pengujian *Ping Test* OSPF.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Ping Test OSPF

Gambar 6(a) menunjukkan hasil pengujian *ping test* menggunakan *Open Shortest Path First* (OSPF). Hasil pengujian *ping* yang dilakukan antara berbagai perangkat dalam jaringan, yakni PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, dan PC6. Hasilnya memberikan gambaran yang sangat memuaskan seluruh pengujian *ping* berhasil tanpa kehilangan paket (0% *packet loss*). Gambar 6(b) menunjukkan hasil pengujian *ping test* pada min RTT yang merupakan waktu respon terendah dalam milidetik (ms), dengan nilai min RTT 0.185 ms hal tersebut disebabkan karena masing-masing PC terhubung secara langsung atau melalui *switch/router* yang sama dan jalur yang lebih pendek. Gambar 6(c) menunjukkan hasil pengujian *ping test* OSPF pada max RTT yang merupakan waktu respon tertinggi dengan nilai max 42.929 ms hal tersebut disebabkan karena masing-masing PC terhubung melalui jalur yang lebih Panjang atau melalui beberapa perangkat jaringan tambahan. Latensi bisa naik turun karena *Open Shortest Path First* (OSPF) memerlukan waktu untuk melakukan *convergence* (menemukan jalur terbaik baru). Gambar 6(d) menunjukkan hasil pengujian pada μ RTT yang merupakan rata-rata waktu respon rentang rata-rata dari PC3 ke PC4 dengan nilai 0.288 ms karena jalur yang lebih pendek, hingga rata-rata diperoleh dari PC4 ke PC6 dengan nilai 45.089 ms karena jalur yang lumayan jauh. Rentang nilai RTT yang bervariasi mencerminkan dinamika dalam waktu respon antara pasangan PC yang berbeda. Hasil pengujian *Ping Test* OPSF Menggunakan MPLS dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Ping Test OSPF-MPLS

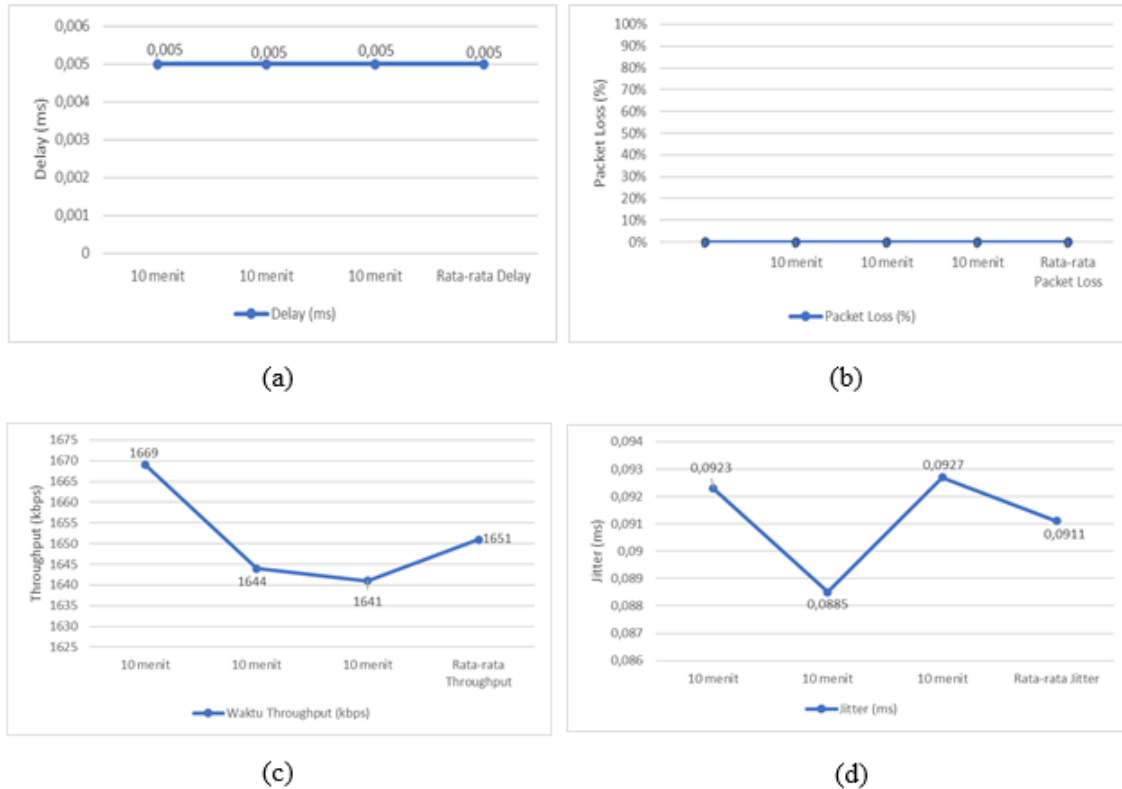
Gambar 7(a) menunjukkan hasil pengujian ping test menggunakan OSPF -MPLS. Dari hasil pengujian didapatkan *packet loss* sebanyak 0% yang berarti semua paket data yang dikirim melalui jaringan berhasil mencapai tujuan tanpa ada yang hilang. Gambar 7(b) menunjukkan hasil pengujian pada min RTT yang merupakan waktu respon terendah (*round-trip time*) dalam milidetik (ms) dengan masing-masing memiliki 5 jumlah paket yang dikirim (S) dan 5 jumlah paket yang diterima (R). Nilai terendah pada PC1 ke PC2 dengan nilai min RTT 0.198 ms, PC3 ke PC4 dengan nilai min RTT 0.161 ms dan PC5 ke PC6 dengan nilai min RTT 0.181 ms, hal tersebut disebabkan karena jenis koneksi yang digunakan terhubung langsung melalui kabel ethernet atau melalui *switch* yang tanpa perangkat tambahan di antara PC, maka waktu perjalanan data (latensi) akan sangat rendah karena paket data tidak perlu melewati banyak perangkat. Gambar 7(c) merupakan waktu respon tertinggi dalam milidetik (ms), yang terjadi pada PC1 ke PC5 dengan nilai max RTT 46.036 ms, PC1 ke PC6 dengan nilai max 46.218 ms, hal tersebut disebabkan karena antar PC yang diuji terhubung melalui beberapa perangkat tambahan jaringan seperti router dan *switch* yang menambah latensi karena setiap perangkat harus memproses dan meneruskan paket data. Gambar 7(d) menunjukkan hasil pengujian *ping test* menggunakan OSPF-MPLS pada μ RTT dengan rentang rata-rata dari PC5 ke PC6 dengan nilai 0.241 ms karena jalur yang lebih pendek, hingga rata-rata diperoleh dari PC3 ke PC5 dengan nilai 42.692 ms karena jalur yang lumayan jauh. Pengujian antar PC berhasil dilakukan dengan nilai normal yang didapatkan dan jaringan yang stabil.

4. Pengujian *Quality Of Services (QOS)*

Pada pengujian *Quality of Services (QOS)* digunakan beberapa parameter yaitu *delay*, *packet loss*, *throughput* dan *jitter* yang dilakukan dengan dua skenario pengujian yaitu :

a. Pengujian *Quality of Services (QOS)* dengan teknik OSPF

Berdasarkan Pengujian *Quality of Services (QOS)* dengan teknik OSPF didapatkan hasil pengujian sebagai berikut.



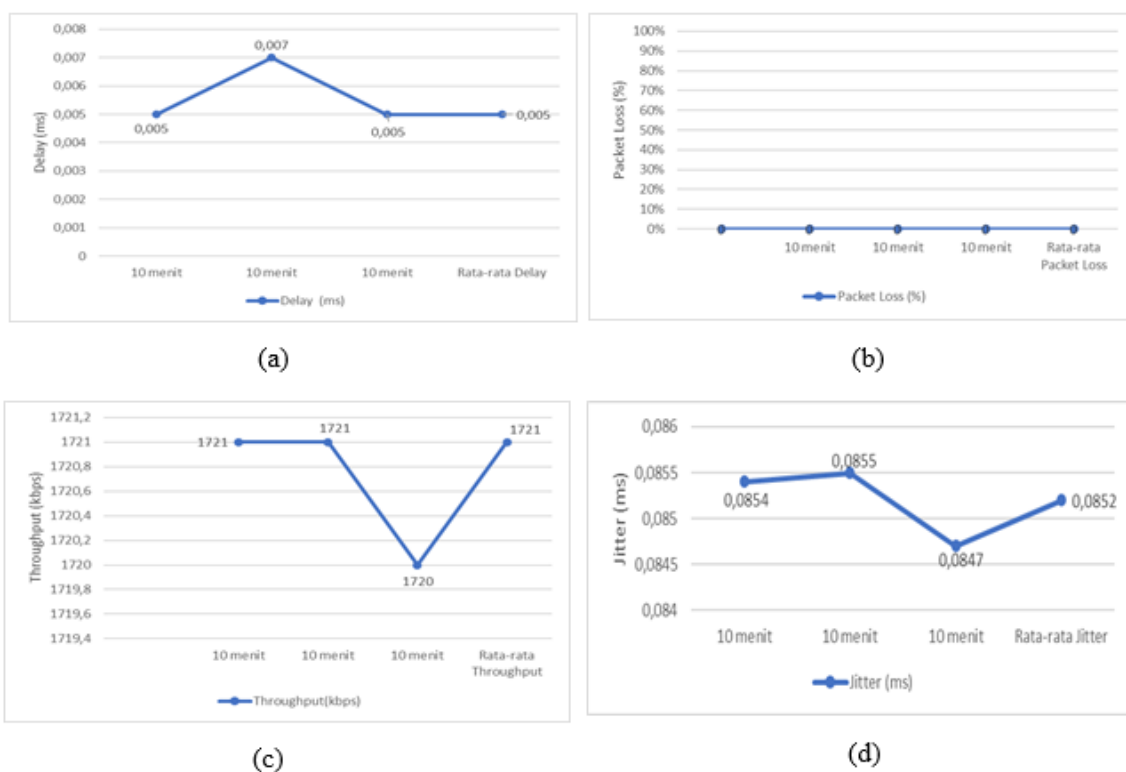
Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian *Quality of Services (QOS)* dengan Teknik OSPF

Gambar 8(a) merupakan hasil pengujian *delay* dengan *Open Shortest Path First (OSPF)* yang menunjukkan posisi tetap pada nilai 0.005 ms dengan tiga kali pengujian masing-masing selama 10 menit, karena jaringan yang stabil dengan konfigurasi dan infrastruktur yang baik *Open Shortest Path First (OSPF)* akan memberikan hasil *delay* yang konsisten, tanpa adanya gangguan atau perubahan topologi. Gambar 8(b) menunjukkan grafik hasil rata-rata *packet loss* yang dilakukan sebanyak tiga kali pengujian dengan *packet loss* yang didapat yaitu 0% dalam waktu 10 menit, berarti bahwa tidak ada paket data yang hilang. Gambar 8(c) merupakan grafik hasil pengujian *throughput* hasil pengujian *throughput* jaringan menunjukkan beberapa variasi yaitu pada pengujian pertama, *throughput* sebesar 1669 kbps karena lebih banyak data ditransfer dalam periode waktu yang sama yang menunjukkan kinerja jaringan yang baik, pada pengujian kedua, hasilnya sedikit menurun menjadi 1651 kbps, dan pada pengujian ketiga, *throughput* kembali turun sedikit menjadi 1641 kbps yang disebabkan oleh kondisi jaringan. Meskipun ada sedikit penurunan di setiap pengujian, rata-rata *throughput* tetap berada di sekitar 1651 kbps dengan kategori bagus, yang menunjukkan performa jaringan yang relatif stabil. Gambar 8(d) merupakan grafik hasil pengujian *Jitter*, hasil pengujian *jitter* menunjukkan sedikit variasi, dengan pengujian pertama 0.0923 ms karena kualitas yang kurang baik, pengujian kedua 0.0885 ms karena kondisi jaringan yang lebih baik dari pengujian pertama, dan pengujian ketiga 0.0927 ms karena pengaruh kondisi jaringan yang kurang baik juga sama dengan pengujian pertama. Rata-rata dari ketiga pengujian tersebut adalah 0.0911 ms. Variasi

kecil ini, yang naik turun dalam rentang yang sangat sempit, disebabkan oleh perubahan kecil dalam kondisi jaringan.

b. Pengujian *Quality of Services (QOS)* dengan teknik OSPF menggunakan MPLS

Berdasarkan perhitungan nilai *packet loss* yang dilakukan menggunakan persamaan 1 didapatkan hasil pengujian *packet loss* OSPF sebagai berikut.



Gambar 9. Grafik Pengujian *Quality of Services (QOS)* dengan teknik OSPF menggunakan MPLS

Gambar 9(a) menunjukkan grafik hasil rata-rata *delay* dalam skenario OSPF-MPLS. Dapat dilihat bahwa pada pengujian kedua waktu *delay* berubah menjadi 0.007 ms karena pada proses *capture* data mengalami sedikit keterlambatan akibat gangguan jaringan tetapi masih dalam kategori sangat bagus tidak terjadi masalah. Kembali dilakukan pengujian ketiga dan berhasil kembali ke nilai 0.005 ms sehingga didapat rata-rata *delay* 0.005 ms karena pada saat dilakukan pengujian kondisi jaringan lebih baik dari pada pengujian kedua, sehingga didapat rata-rata *delay* 0.005 ms. Gambar 9(b) menunjukkan hasil rata-rata *packet loss* yang dilakukan sebanyak tiga kali pengujian yaitu 0% dalam waktu 10 menit, berarti tidak ada paket data yang hilang selama transmisi. Gambar 9(c) merupakan grafik hasil pengujian *throughput*. Hasil pengujian *throughput* jaringan menunjukkan konsistensi yang sangat baik. Pada pengujian pertama dan



kedua, *throughput* tercatat stabil di angka 1721 kbps karena kondisi jaringan yang mendukung. Pada pengujian ketiga, *throughput* sedikit turun menjadi 1720 kbps yang disebabkan oleh kondisi jaringan yang kurang baik. Meskipun terdapat sedikit penurunan pada pengujian ketiga, variasinya sangat kecil dan tidak signifikan, dengan rata-rata *throughput* tetap berada di sekitar 1721 kbps. Ini menunjukkan bahwa jaringan memiliki performa yang stabil dan mendapatkan hasil yang lebih tinggi dari pengujian *Open Shortest Path First* (OSPF). Gambar 9(d) merupakan hasil pengujian *Jitter* menunjukkan sedikit variasi dengan perubahan yang sangat kecil. Pengujian pertama 0.0854 ms karena kondisi jaringan yang baik, diikuti dengan pengujian kedua yang mencatat 0.0855 ms mengalami sedikit peningkatan karena pengaruh jaringan, dan pengujian ketiga dengan hasil 0.0847 ms yang menunjukkan kondisi jaringan yang lebih baik dari pengujian sebelumnya, hal tersebut disebabkan oleh perubahan lalu lintas jaringan. Meskipun terdapat sedikit variasi dalam hasil, rata-rata secara keseluruhan tetap stabil di sekitar 0.0852 ms, dan lebih unggul dari penggunaan *Open Shortest Path First* (OSPF).

Pembahasan

Dalam perancangan yang dilakukan pada penelitian ini berhasil dilakukan menggunakan simulasi jaringan *Graphical Network Simulator -3* (GNS3) yang memungkinkan pengguna untuk membuat representasi visual dari jaringan dan menjalankan simulasi menggunakan perangkat virtual seperti router dan switch. Pada penelitian ini digunakan jaringan LAN (*Local Area Network*) yang menghubungkan perangkat jaringan dalam satu area terbatas sehingga latensi atau keterlambatan dalam pengiriman data juga sangat rendah. Ini berarti bahwa data dapat ditransfer dengan cepat dan respon yang cepat. Algoritma *Open Shortest Path First* (OSPF) adalah salah satu protokol *routing* dinamis yang populer yang memiliki kemampuan untuk menghitung jalur terpendek, penelitian ini juga diterapkan teknologi *Multiprotokol Label switching* (MPLS) untuk menyempurnakan dari sebuah *routing Open Shortest Path First* (OSPF) yang menjadikannya cocok untuk jaringan dengan topologi yang kompleks seperti mesh. Topologi mesh menyediakan banyak jalur alternatif antara setiap pasangan perangkat dalam jaringan. Ini berarti jika satu jalur gagal atau mengalami masalah, data masih dapat dialirkan melalui jalur lain tanpa mengganggu kinerja jaringan secara keseluruhan. Keandalan ini sangat penting dalam jaringan LAN.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, optimasi kinerja *routing* dinamis menggunakan algoritma *Open Shortest Path First* (OSPF) dalam topologi mesh pada jaringan LAN dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan topologi mesh menggunakan algoritma *Open Shortest Path First* (OSPF) dalam jaringan LAN berhasil dilakukan.
2. Perbandingan *Quality of services* (QoS) antara *Open Shortest Path First* (OSPF) dan penggunaan OSPF-MPLS menunjukkan kinerja yang baik dalam hal *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa kedua skenario *routing*, baik *Open Shortest Path First* (OSPF) maupun OSPF-MPLS mampu mengelola lalu lintas jaringan secara efektif, dengan OSPF-MPLS nilai *throughput* yang



tinggi menunjukkan bahwa *Open Shortest Path First* (OSPF) dalam topologi *mesh* dapat mencapai kecepatan pengiriman data yang optimal. Pengujian dengan OSPF-MPLS menghasilkan *throughput* 1721 kbps sedangkan *Open Shortest Path First* (OSPF) menghasilkan *throughput* 1651 kbps keduanya menunjukkan bahwa jaringan mampu mentransfer data dengan efisiensi tinggi. Nilai *jitter* OSPF-MPLS yang lebih rendah yaitu 0,0852 ms dibandingkan dengan *Open Shortest Path First* (OSPF) dengan nilai 0,911 ms keduanya mampu mengindikasikan stabilitas jaringan yang lebih baik. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa semua metode keduanya baik digunakan. Namun, OSPF-MPLS lebih optimal dibandingkan dengan *Open Shortest Path First* (OSPF), dengan menggabungkan *Open Shortest Path First* (OSPF) dan *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) jaringan dapat dioptimalkan dengan lebih baik dalam hal skalabilitas, *traffic engineering*, mengoptimalkan performa, dan menangani permasalahan yang umumnya muncul pada lalu lintas jaringan.

Daftar Pustaka

- [1] Amuda, S., Mulya, M. F., & Kurniadi, F. I. (2021). Analisis Dan Perancangan Simulasi Perbandingan Kinerja Jaringan Komputer Menggunakan Metode Protokol Routing Statis, *Open Shortest Path First* (Ospf) Dan *Border Gateway Protocol* (Bgp) (Studi Kasus Tanri Abeng University). *Jurnal Siskom-Kb (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 4(2), 53–63. <https://doi.org/10.47970/Siskom-Kb.V4i2.189>
- [2] Ikbal, I., Sudin, S., & Gunawan, E. (2021). Analisis Kinerja Jaringan Dengan Menggunakan Metode Protokol Routing Ospf Dan Eigrp. *Jurnal Teknik Informatika (J-Tifa)*, 4(2), 7–11. <https://doi.org/10.52046/J-Tifa.V4i2.1194>
- [3] Mubarol, H., & Mukhtar, H. J. (2022). View Of Analisis Kinerja Routing Dinamis Dengan Teknik *Open Shortest Path First* Pada Topologi Mesh Dalam Jaringan Lan Menggunakan Cisco Packet Tracer. *Oktal: Jurnal Ilmu Komputer ...*, 1(06), 593–602. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal/article/view/473>
- [4] Musril, H. A. (2016). Analisis Unjuk Kerja RIPv2 Dan Eigrp Dalam Dynamic Routing Protocol. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan*, 2(2), 116–124. <https://doi.org/10.25124/Jett.V2i2.99>
- [5] Musril, H. A., Kom, S., & Kom, M. (2017). Penerapan *Open Shortest Path First* (Ospf) Untuk Menentukan Jalur Terbaik Dalam Jaringan (Ospf) To Determine The Best Path In The Network. 2, 421–431.
- [6] Purnama, G., Studi, P., Informatika, T., & Nusantara, U. D. (2023). Studi Kinerja Protokol Routing Dinamis Ospf. 11(3), 990–996.