

# STUDI KINERJA PROTOKOL ROUTING DINAMIS OSPF MENGGUNAKAN SIMULATOR OPNET

Giri Purnama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara

*Riwayat artikel:*

*Received: 27 Juli 2023*

*Accepted: 10 Agustus 2023*

*Published: 11 September 2023*

**Keywords:**

OSPF, OPNET, Routing

**Correspondent Email:**

[giri.purnama@undira.ac.id](mailto:giri.purnama@undira.ac.id)

**Abstrak.** Router merupakan komponen terpenting pada jaringan, yang fungsi utamanya menghubungkan jaringan satu dengan lainnya, menentukan rute yang terbaik saat pengiriman paket, protokol routing merupakan salah satu teknologi pada router yang berfungsi mempelajari alamat jaringan dengan cara router saling bertukar informasi alamat jaringan dengan router tetangga dan menyimpannya pada routing table. Protokol Routing dinamis yaitu protokol routing yang secara otomatis manage rute-rute alamat jaringan dengan tabel routing. Ada berbagai macam protokol routing dinamis yaitu diantaranya RIP, EIGRP dan OSPF, setiap routing protocol mempunyai karakteristik masing-masing sesuai dengan algoritma dan proses yang dimiliki. Pada penelitian ini dilakukan analisa kinerja protokol-protokol routing dinamis OSPF dengan menggunakan software simulator OPNET, Simulator ini sangat membantu karena aplikasi ini sangat handal yang dapat memodelkan dan mensimulasi jaringan sesuai dengan kondisi riil, dan membuat skenario atau kondisi seperti failure dan recovery pada salah satu link yang jatuh. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan OSPF memiliki kinerja yang baik saat running dan mempunyai waktu konvergensi yang sangat cepat dalam memulihkan jaringan.

**Abstract.** Routers are the most important component of the network, whose main function is to connect networks with each other, determine the best route when sending packets, routing protocols are one of the technologies on routers that function to learn network addresses by exchanging network address information with neighbouring routers and storing it in the routing table. Dynamic routing protocol is a routing protocol that automatically manages network address routes with a routing table. There are various kinds of dynamic routing protocols, namely RIP, EIGRP and OSPF, each routing protocol has its own characteristics according to its algorithms and processes. In this study, the performance of OSPF dynamic routing protocols was analysed using OPNET simulator software, this simulator is very helpful because this application is very reliable which can model and simulate networks according to real conditions and create scenarios or conditions such as failure and recovery on one of the links that fell. The results in this study show OSPF has good performance when running and has a very fast convergence time in restoring the network.

## 1. PENDAHULUAN

Jaringan Komputer di era informasi merupakan salah satu domain yang sangat penting saat ini, merupakan infrastruktur yang sangat

dibutuhkan oleh personal, organisasi atau perusahaan dalam pengiriman informasi antar komputer pada LAN maupun WAN. Jaringan komputer mempunyai komponen-komponen

yaitu workstation, media transmisi, switch agar dapat berkomunikasi dengan banyak komputer, dan router agar dapat mengirim informasi dengan jarak yang jauh. Router merupakan alat lapisan ke 3 dari OSI yaitu Network, yang fungsi utamanya menghubungkan jaringan satu dengan lainnya, router memerlukan informasi alamat jaringan yang terhubung langsung dengannya maupun alamat jaringan remote untuk mengirim paket data, protokol routing merupakan salah satu teknologi pada router yang berfungsi mempelajari alamat jaringan dengan cara router saling bertukar informasi alamat jaringan pada router tetangga dan menyimpannya pada routing table. Protokol Routing dinamis yaitu protokol routing yang secara otomatis membuat rute-rute alamat jaringan dengan tabel routing pada suatu router dan mengatur tetap konsisten apabila ada perubahan pada jaringan. Ada berbagai macam protokol routing dinamis yaitu di antaranya RIP, EIGRP dan OSPF, setiap routing protocol mempunyai karakteristik masing-masing sesuai dengan algoritma dan proses yang dimiliki, oleh karena itu pada penelitian ini akan dianalisa perbandingan kinerja routing protocol – routing protocol tersebut, dengan melihat karakteristiknya pada suatu skenario topologi jaringan, seperti latency, convergence, bandwidth, delay dan sebagainya. Ketepatan memilih routing protocol terhadap suatu jaringan sangat penting karena mempengaruhi kehandalan dari jaringan tersebut. Untuk melihat performance tersebut amatlah sulit apabila menggunakan testing secara real, karena banyak keterbatasan untuk mewujudkan, seperti ketersediaan hardware. Simulator OPNET merupakan solusi yang menarik pada penelitian karena merupakan simulator jaringan handal, teruji baik sesuai dengan realnya, serta telah banyak digunakan pada penelitian bidang jaringan di seluruh dunia.

Pada penelitian ini masalah yang akan dibahas adalah analisa kinerja protokol-protokol routing dinamis OSPF yang diterapkan pada suatu jaringan tertentu, sehingga didapat waktu konvergensi (dalam detik), delay dan bandwidth. Pada penelitian ini dirancang suatu arsitektur jaringan dari bentuk yang sederhana sampai yang kompleks, sehingga didapat skenario-skenario simulasi, kemudian diterapkannya routing protocol – routing

protocol dinamis tersebut tersebut satu persatu, dilihat performancenya kemudian dianalisa. Penggunaan software simulator OPNET pada penelitian ini sangat membantu karena aplikasi ini sangat handal yang dapat memodelkan dan mensimulasi jaringan sesuai dengan kondisi ril, dan tersedia model komponen jaringan dari berbagai vendor dan juga tools yang terpadu dalam analisisnya, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan kondisi jaringannya yang bahkan sekompleks apapun tanpa memerlukan hardware dan software/tool jaringan untuk mewujudkannya. Tujuan Penelitian ini adalah menganalisa protokol routing dinamis OSPF terhadap perubahan kondisi jaringan, sehingga didapat kinerja dan karakteristiknya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Dasar Protokol Routing

Istilah routing digunakan untuk proses pengambilan sebuah paket dari sebuah alat dan mengirimkannya melalui network ke alat lain di sebuah network yang berbeda.[1] Paket dikirim ke sebuah network melalui sebuah network yang routed dengan menggunakan alamat network logikal host tujuan., kemudian alamat hardware dari host digunakan untuk mengirimkan paket dari router ke host tujuan yang benar.

Untuk memungkinkan routing paket, router melakukan routing lalu lintas data ke setiap network di internetwork. Router mempelajari network-network remote dari administrator atau router-router tetangga. Selanjutnya, router akan membuat tabel routing yang menjelaskan cara menemukan network remote. Router sudah tahu bagaimana menghubungi sebuah network jika terhubung secara langsung. Jika tidak terhubung secara langsung, router harus mempelajari dua cara untuk menghubungi network remote tersebut. Yang pertama adalah routing dinamis, di mana protokol digunakan untuk mengirimkan semua lokasi di network ke routing tabel. Yang kedua adalah routing statis, di mana seseorang harus mengetikkan semua lokasi di network ke routing tabel. Kemudian, router akan mengupdate semua network yang mereka ketahui dan memasukkan informasi tersebut ke routing tabel. Jika ada perubahan di network, protokol routing dinamis secara otomatis akan memberi tahu semua router tentang hal itu. Namun, jika routing statis digunakan, seorang administrator akan

bertanggung jawab untuk secara manual menginformasikan semua perubahan tersebut ke semua router. Pada sebuah network yang besar, biasanya ada dua jenis routing: dinamis dan statis.

Terdapat 3 kelas protokol routing [2]:

- *Distance vector*

Dengan menilai jarak, protokol ini menemukan jalur terbaik ke sebuah network jauh. Setiap paket yang melalui sebuah router disebut sebagai hop, dan jalur dengan hop paling sedikit ke network yang dituju adalah jalur terbaik. Protokol ini mengirimkan semua routing tabel ke router-router tetangga yang terhubung langsung. Yang termaksud protokol distance vektor diantaranya RIP, IGRP, dan RIP versi 2.[3]

- *Link state*

Protokol ini akan mengirimkan update yang berisi status dari link mereka sendiri ke semua router lain di network, contohnya adalah protokol routing OSPF. Setiap router akan menciptakan tiga buah tabel terpisah. Tabel pertama, mencatat perubahan dari network-network yang terhubung langsung, tabel kedua, menentukan topologi dari keseluruhan internetwork, dan tabel terakhir digunakan sebagai routing tabel.[4]

- *Hybrid*

Protokol *hybrid* menggunakan aspek-aspek dari routing protokol distance-vector dan link-state, contohnya adalah protokol routing EIGRP.

## 2.2. Protokol Routing OSPF

RIP merupakan sebuah protokol *routing distance-vector* yang sejati. RIP mengirimkan tabel routing yang lengkap ke suatu interface yang akan aktif pada setiap 30 detik. RIP hanya menggunakan jumlah hop untuk menentukan cara terbaik ke sebuah network remote, tetapi RIP secara default memiliki sebuah nilai jumlah hop maksimum yang diijinkan, yaitu 15. RIP bekerja baik di network-network kecil, tetapi RIP tidak efisien pada network-network besar dengan link WAN. [5]

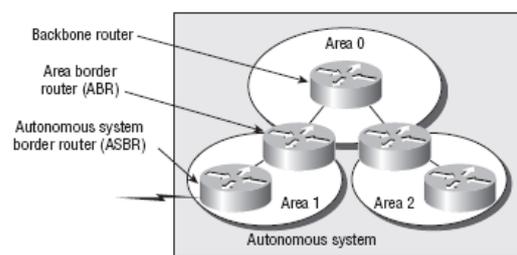
RIP versi 1 menggunakan hanya *classfull routing*, yang berarti semua alat ini di network harus menggunakan subnet mask yang sama. RIP versi 2 menyediakan sesuatu yang disebut prefix-routing atau classless routing, dan bisa mengirimkan informasi subnet mask bersama dengan update-update dari route.

*Open Shortest Path First (OSPF)* adalah sebuah protokol routing yang open standar yang banyak digunakan oleh sejumlah vendor jaringan, OSPF bekerja dengan sebuah algoritma yang disebut algoritma Dijkstra, Pertama, sebuah pohon jalur terpendek (*shortest path tree*) akan dibangun, dan kemudian tabel routing akan diisi dengan jalur-jalur terbaik yang dihasilkan dari pohon tersebut. OSPF melakukan converge dengan cepat, meskipun tidak secepat EIGRP, dan OSPF mendukung multiple route dengan cost yang sama, ke tujuan yang sama. Tetapi tidak seperti EIGRP, OSPF hanya mendukung routing IP.[6]

OSPF seharusnya dirancang dengan cara hierarkis, yang pada dasarnya memisahkan network yang besar menjadi internetwork-internetwork yang kecil yang disebut area, alasan utama membuat OSPF dalam rancangan hierarki anatara lain:

- Untuk mengurangi overhead routing
- Untuk mempercepat convergence
- Untuk membatasi ketidakstabilan network disebuah network saja.

Pada Gambar 1. Menunjukkan sebuah rancangan sederhana OSPF, setiap router terhubung ke backbone disebut area 0 atau area backbone. OSPF bekerja didalam autonomous system, tetapi dapat juga menghubungkan banyak autonomous sistem bersama. Router yang menghubungkan beberapa AS bersama disebut sebuah *Autonomous System Boundary Router (ASBR)*.

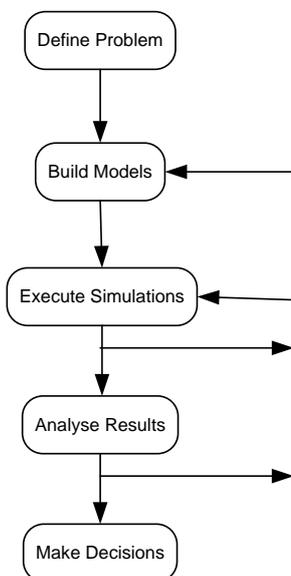


Gambar 1. Topologi OSPF

## 2.3. Simulasi Jaringan OPNET

Metode analisis kinerja jaringan yang semakin populer adalah pemodelan simulasi. Analitik modeling dan simulasi komputer adalah dua jenis simulasi jaringan yang berbeda. Saat ini, software simulasi adalah alat bermanfaat untuk

jaringan dengan topologi yang kompleks. Software simulasi OPNET digunakan dalam penelitian ini; software ini sangat berguna dan telah banyak digunakan di bidang profesional, akademik, dan penelitian. OPNET, alat teknik jaringan yang optimal, menyediakan lingkungan pengembangan yang lengkap untuk simulasi, spesifikasi, dan analisis kinerja jaringan komunikasi. Bisa mendukung sistem komunikasi dengan jangkauan yang luas, mulai dari satu LAN hingga jaringan satelit di seluruh dunia. [7]



Gambar 2. *Modelling and Simulation Cycle*

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

##### 3.1.1. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan materi dan konsep penelitian terkait dari berbagai sumber, seperti paper jurnal dan buku referensi, serta melakukan persiapan-persiapan dalam rangka pendukung penelitian.

**3.1.2. Pendefinisian Masalah dan Skenario** Setiap routing protokol mempunyai karakteristik kinerja masing-masing, dan setiap jaringan mempunyai disain dan rancangan tersendiri, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Skenario
  - No Failure (Normal), yaitu saat start dan beroperasi dengan baik
  - Failure, adanya link putus antara 2 router pada detik ke 300 dari start
  - Recovery, recovery link yang down pada

detik ke 600

- Karakteristik yang didapat:
  - Convergence time
  - Delay
  - Throughput

Harapannya pada penelitian ini dapat dibandingkan kinerja setiap routing protokol terhadap skenario-skenario pada topologi jaringan tersebut.

##### 3.1.3. Perancangan dan Pemodelan

Pada tahap ini melakukan perancangan topologi jaringan sesuai skenario-skenario yang diharapkan pada penelitian ini. Dengan menerapkan metode Modeling and Simulation cycle. Perancangan diterapkan dan dimodelkan ada Simulator OPNET dengan mengkonfigurasi arsitektur jaringan dan parameter yang dibutuhkan dalam melihat performancenya.

Kondisi dan topologi jaringan:

- Topologi jaringan sesuai dengan gambar 3.
- Penggunaan protokol routing dinamis RIP
- Penggunaan IP address dengan default class

##### 3.1.4. Simulasi dan Analisa Hasil

Melakukan simulasi prototype yang sudah dirancang dan direncanakan pada tahap sebelumnya, disertai optimalisasi hasil, Ada beberapa skenario yang diuji terhadap protokol-protokol routing yang akan dibandingkan. Setelah itu kemudian dianalisa kinerja dan perilaku setiap routing protokol yang diterapkan pada skenario-skenario yang telah ditentukan, dan dibandingkan setiap protokol dengan protokol lainnya terhadap skenario yang diimplementasikan. Diharapkan selain 3 karakteristik yang sudah ditentukan, dapat juga dilihat analisa berdasarkan keadaan berikut ini:

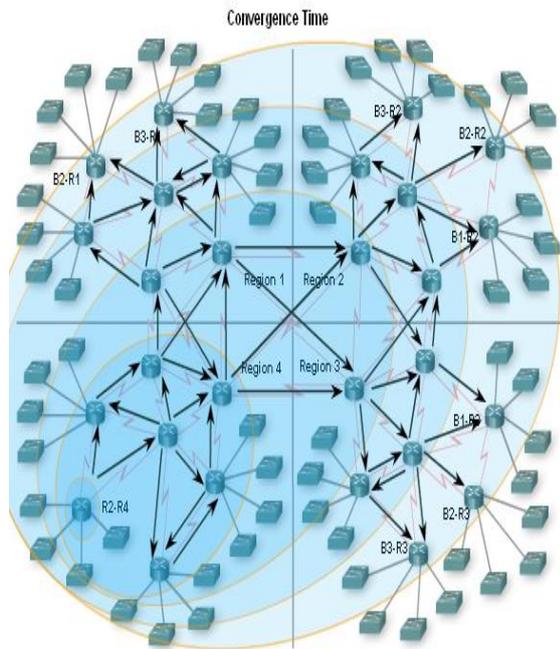
- Skalabilitas
- Number of update
- Populasi ip address pada interface
- Populasi Routing tabel

#### 3.2. Topologi Jaringan

Rancangan topologi jaringan yang dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada jaringan tersebut dirancang sesuai yang terdiri dari 3 level yaitu level pertama adalah core/backbone yaitu berupa router dengan kecepatan tinggi yang berada ditengah yang menghubungkan keempat region. Level ke dua adalah level distribusi dimana setiap region mempunyai 2 buah router sebagai jembatan antara level core dan level dibawahnya. Level

ketiga adalah level access, yaitu terdiri dari 4 buah switch yang terhubung dengan 1 buah router. Koneksi link dibuat sedemikian rupa untuk redundansi.

Gambar 3. Topologi jaringan pada penelitian ini



Jadi spesifikasi dan rancangan detailnya sebagai berikut:

- Level Core/Backbone, 4 buah Router Cisco 7204
- Level Distribusi, 4 region X 2 Router = 8 buah Router Cisco 7204
- Level Access, 4 region X 4 subnet = 16 Subregion, dimana setiap subregion:
  - Satu buah Router Cisco 3600
  - Empat buah Switch, dimana 1 buah switch per subnet
- Link antar level core, PPP DS3, 44.764 Mbps
- Link antara level core dan level distribusi, PPP DS3
- Link antar level distribusi, PPP DS3
- Link antara level distribusi dan level access, PPP DS1 1,544 Mbps
- Link LAN Access adalah Ethernet 100BaseT

Semua interface pada router diset alamat jaringan dengan tipe class C dan classfull network. Topologi dan konfigurasi jaringan ini dibangun dengan menggunakan simulator OPNET.

### 3.3 Skenario Simulasi

Setelah konfigurasi fisik dan alamat jaringan dibuat, maka protocol routing dinamis OSPF diuji coba, kemudian dilihat kinerjanya berdasarkan:

- *Network Convergence Activity*
- *Network Convergence Duration (sec)*
- *Traffic Received (bits/sec)*
- *Traffic Sent (bits/sec)*
- *Total Number of Updates pada route table Router C1.*

Kehandalan dan kinerja protokol routing dinamis tersebut dapat dilihat pada kondisi-kondisi yang terjadi saat operasional. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan pengujian berdasarkan scenario sebagai berikut:

1. Skenario Start (Normal)
 

Pada skenario adalah permulaan jaringan dijalankan dengan menggunakan protokol routing dinamis tersebut, dari 0 detik sampai 15 menit, kemudian dilihat dan dicapture kinerjanya.
2. Skenario Failure
 

Pada skenario ini jaringan mengalami link down pada koneksi antara Router D41 dan C3 pada detik ke 300 (5 menit) setelah jaringan start. Scenario dilakukan kepada ketiga protokol routing dinamis, kemudia dilihat parameter kinerjanya yang telah ditentukan.
3. Skenario Recovery
 

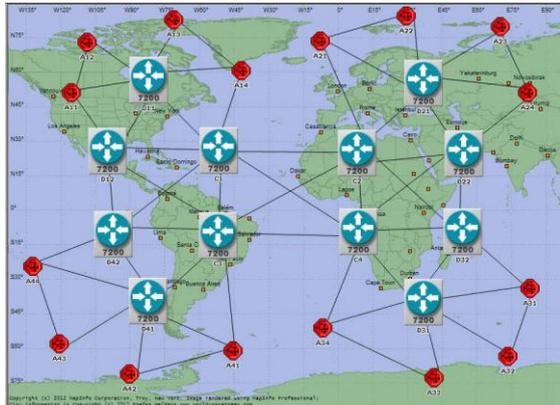
Pada skenario ini, menyambung pada skenario sebelumnya yaitu link down pada detik 300 dilakukan perbaikan koneksi atau recovery pada detik ke 600 (10 menit), sehingga berubahnya topologi jaringan dapat dilihat kinerja pada setiap protokol yang digunakan.

Tabel 1. Sembilan Skenario yang dianalisa

No	Nama Skenario	Status	Waktu Kejadian	Ket.
1	OSPF_Start	Normal	0-15 menit	
2	OSPF_Failure	Link Down	5 menit	D41 -C3
3	OSPF_Recov ery	Recove ry	10 menit	D41 -C3

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini menggunakan simulator OPNET Modeler. Simulator ini menerapkan topologi jaringan, konfigurasi, dan skenario perancangan., dapat dilihat pada gambar4 berikut:



Gambar 4. Implementasi topologi jaringan pada simulator OPNET

Pengujian dengan menjalankan setiap skenario pada OSPF, ketiga sekario dijalankan yaitu: star, failure, dan recovery. Analisa unjuk kerjanya dapat dilihat pembahasan berikut ini. Implementasi protokol routing OSPF pada jaringan sesuai dengan spesifikasi dan konfigurasi rancangan pada Bab 3 yang ditunjukkan pada Gambar 4. Ketiga skenario yaitu: start, failure dan recovery dijalankan pada simulator OPNET Modeler akan menghasilkan karakteristik *Network Convergence Activity*. Kejadian setiap skenario dan lamanya dapat dilihat pada Tabel 2, terlihat bahwa pada kondisi Failure saat terjadinya *link down convergence* duration sangat lama sekitar 5.06 detik pada OSPF.

Tabel 2. OSPF Network Convergence Duration

Skenario	Waktu (detik)	Durasi (detik)
<b>Start</b>	5.22 – 34.93	29.71
<b>Failure</b>	300 – 305.05	5.05
<b>Recovery</b>	600 -615,05	15.05

Router memaintenace table routing dengan mengupdatenya berdasarkan temuan baru pada advertising pada router tetangganya, yaitu update table routing pada Router C1 yang

terletak di backbone jaringan. Dapat dilihat bahwa perubahan rute terjadi pada perubahan kondisi jaringan yaitu pada ketiga skenario, pada protokol OSPF ini update rute banyak terjadi pada skenario failure saat terjadinya link down pada link D41-C3, dan sedikit perubahan pada saat recovery. Banyaknya jumlah update dan kejadian pada setiap skenario dapat dilihat pada Tabel 3, terlihat update routing banyak terjadi saat star dan failure.

Tabel 3. OSPF Total Number of Update pada Tabel Routing Router C1

Skenario	Waktu (detik)	Number of Updates	Total
<b>Start</b>	0	7	183
	18	26	
	27	150	
<b>Failure</b>	297	13	13
<b>Recovery</b>	603	1	1

**5. KESIMPULAN**

Dari hasil studi yang telah dilakukan penulis maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini telah dilakukan analisa kinerja protokol routing OSPF dengan menjalankan skenario start pada 0 sampai 15 menit, failure pada detik ke 300 dengan jatuhnya salah satu link, dan *recovery link* yang jatuh pada detik ke 600. Karakteristik yang dapat dilihat adalah *Network Convergence Activity*, *Network Convrgegen*, *Traffic Sent/Received*, dan *Total Number of Update* pada table routing router C.
2. Hasil eksperiment didapatkan *Network Convergence Activity* pada saat failure sangat cepat sekitar time 5 detik dibandingkan saat start dan recovery yang membutuhkan 15 dan 30 detik, dengan demikian protokol OSPF baik pada topologi jaringan yang kompleks.
3. Simulasi menunjukkan *traffic sent* dan

*received message* protokol OSPF menggunakan bandwidth untuk traffic messagenya sangat sedikit saat running tetapi agak tinggi saat diawal runningnya protokol ini, Untuk *Total Number of Updates* pada OSPF sangat sedikit saat running dan sedikit banyak saat diawal running, hal ini kinerja sangat memuaskan

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur dan terima kasih kepada Allah azza wa jalla yang telah melancarkan penelitian ini, serta pihak-pihak terkait yang telah banyak memberi dukungannya, seperti rekan-rekan dosen juga mahasiswa Universitas Dian Nusantara.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. J. Wahyu, N. Heru, and D. Mahendra, "Perbandingan Kinerja Protocol Routing Open Shortest Path First (OSPF) dan Routing Information Protocol (RIP) Menggunakan Simulator Cisco Packet Tracer | Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(8), Aug. 2018. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1786> (accessed Mar. 16, 2023).
- [2] E. S. Dirgantara, R. Primananda, and W. Yahya, "Analisis Perbandingan Performa Protokol Routing OSPF, IGRP dan EIGRP pada Topologi Mesh dan Tree," vol. 2, no. 7, pp. 2825–2833, 2018, Accessed: Mar. 16, 2023. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [3] P. Muhammad, P. H. Trisnawan, and K. Amron, "Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing OSPF, RIP, EIGRP, dan IS-IS | Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer," *J-PTIIK*, vol. 3, no. 11, Feb. 2020. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/6767> (accessed Mar. 16, 2023).
- [4] R. Bangun Jaringan Komputer Lan Berdasarkan Perbandingan Kinerja, L. Zazuli Azhar Mardedi, and K. Marzuki, "Network Rancang Bangun Jaringan Komputer LAN Berdasarkan Perbandingan Kinerja Routing Protokol EIGRP dan Routing Protokol OSPF," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 18, no. 2, pp. 202–210, May 2019, doi: 10.30812/MATRIK.V18I2.372.
- [5] P. Muhammad, P. Hari Trisnawan, and K. Amron, "Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing OSPF, RIP, EIGRP, dan IS-IS," vol. 3, no. 11, pp. 10780–10787, 2019, Accessed: Mar. 16, 2023. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [6] Y. Novendra, Y. Arta, and A. Siswanto, "Analisis Perbandingan Kinerja Routing OSPF Dan EIGRP," *IT Journal Research and Development*, vol. 2, no. 2, pp. 97–106, Mar. 2018, doi: 10.25299/ITJRD.2018.VOL2(2).1373.
- [7] M. Fajri, "Studi Network Congestion Dengan TCP Tahoe," *Jurnal Ilmiah FIFO*, vol. 13, no. 2, pp. 153–163, Nov. 2021, doi: 10.22441/FIFO.2021.V13I2.005.