

## Analisis Perbandingan Kinerja Single Area dan Multi Area Menggunakan Protokol Routing OSPF

Ricky Yohanes<sup>1</sup>, Heru Nurwarsito<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>ryohanes14@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>heru@ub.ac.id

### Abstrak

Salah satu protokol *routing* dinamis yang terdapat pada jaringan komputer sekaligus menjadi fokus pada penelitian ini adalah *Open Shortest Path First* (OSPF). Penerapan protokol routing OSPF dapat disesuaikan dengan skala dari suatu jaringan melalui pengelompokan area yaitu *single area* dan *multi area*. Penerapan *multi area* dapat mengurangi jumlah rute yang dipantau, penyebaran informasi menjadi lebih teratur dan tersegmentasi, meminimalisir frekuensi penghitungan algoritme routing, serta mengurangi penggunaan *resource* dari perangkat router yang menjalankannya. Pada penelitian ini menggunakan Graphical Network Simulator 3 (GNS-3) dalam melakukan simulasi terhadap *single area* dan *multi area* menggunakan protokol routing OSPF untuk mengetahui pengelompokan area yang paling optimal dalam suatu kondisi jaringan menggunakan protokol routing OSPF. Parameter yang digunakan sebagai pengukuran kinerja protokol *routing* adalah waktu konvergensi dan waktu *round-trip*. Waktu *round-trip* pada topologi *single area* menggunakan protokol OSPF memiliki nilai sebesar 183,4 ms, sedangkan topologi *multi area* yang terdiri dari 3 area dan 5 area menggunakan protokol routing OSPF secara berurutan memiliki waktu *round-trip* sebesar 175,6 ms dan 179,1 ms. Waktu konvergensi pada topologi *single area* menggunakan protokol OSPF memiliki nilai sebesar 44,6 detik, sedangkan dan pada topologi *multi area* yang terdiri dari 3 area dan 5 area menggunakan protokol routing OSPF secara berurutan memiliki waktu konvergensi sebesar 43,6 detik dan 40,6 detik.

**Kata kunci:** *single area, multi area, konvergensi, round-trip, GNS-3*

### Abstract

*One of the dynamic routing protocols that are found on a computer network as well as being the focus of this research is Open Shortest Path First (OSPF). The application of the OSPF routing protocol can be adapted to the conditions of a network through area grouping i.e. single area and multi area. Multi area implementation can reduce the number of routes monitored, the dissemination of information becomes more orderly and segmented, reduce the calculation frequency of the routing algorithm, and reduces resource usage of the router devices that run it. Therefore, in this study used Graphical Network Simulator 3 (GNS-3) to simulate single area and multi area to find out which concept of area is the most optimal in a network condition using the OSPF routing protocol. The parameters used as the performance measurement of the routing protocols are time Convergence and roundtrip time. Round-trip times of single area using the OSPF protocol have a value of 183.4 ms, while multi area consisting of 3 areas and 5 areas using the OSPF routing protocol have a round-trip time of 175.6 ms and 179.1 ms. The convergence time in single area using the OSPF protocol has a value of 44.6 seconds, while multi area consisting of 3 areas and 5 areas using the OSPF routing protocol have a convergence time of 43.6 seconds and 40.6 seconds.*

**Keywords:** *OSPF, single area, multi area, convergence, round-trip, GNS-3*

## 1. PENDAHULUAN

Routing merupakan sebuah mekanisme yang dilakukan oleh router dalam meneruskan paket data dari *network* sumber ke *network*

tujuan. Router menggunakan tabel routing yang menyimpan informasi mengenai routing yang digunakan dalam meneruskan paket data. Aturan atau ketentuan yang digunakan router dalam membentuk tabel routing disebut protokol

routing. Protokol routing memungkinkan terjadinya pertukaran informasi mengenai jaringan untuk membentuk dan memperbaiki tabel routing pada setiap router. Protokol routing yang terdapat pada jaringan komputer dibagi 2, yaitu routing statis dan routing dinamis. Pada routing dinamis, tabel routing dibentuk secara otomatis (Silk M & Suhardi, 2011). Routing dinamis diklasifikasikan menjadi 2, yaitu *Interior Gateway Protokol* (IGP) dan *Exterior Gateway Protokol* (EGP). Pertukaran informasi routing pada IGP terjadi dalam *autonomous system* (AS) yang sama (Sugeng & Dinnarwaty Putri, 2015). Protokol routing memiliki algoritmenya masing-masing dalam membentuk tabel routing. Berdasarkan algoritme yang digunakan, IGP diklasifikasikan ke dalam algoritme *distance vector* dan algoritme *link state*. *Open Shortest Path First* (OSPF) merupakan salah satu protokol routing pada *Interior Gateway Protokol* yang menggunakan algoritme *link state*.

Protokol routing OSPF merupakan salah satu protokol routing yang banyak diterapkan oleh teknisi jaringan komputer, khususnya dalam jaringan skala menengah dan besar (Musril, 2017). OSPF merupakan protokol routing yang menggunakan algoritme *link state* dalam mekanisme pemilihan rute terbaik yang bekerja dengan menyatukan informasi atau data dari status pada setiap *link* yang ada di dalam jaringan OSPF (Nugroho, et al., 2017). Router dengan *link state* akan mengumpulkan informasi mengenai status dari *link* router itu sendiri menuju router yang lain pada jaringan dan domain routing yang sama. OSPF dikenal akan penggunaan prosesor, memori, dan *bandwidth* yang tinggi sehingga berdampak pada performa router, akan tetapi OSPF memiliki basis data jaringan yang lengkap untuk semua tujuan jaringan dan cepat dalam pemilihan rute terbaru apabila rute lama sudah tidak aktif. Oleh karena itu untuk tetap menjaga performa router, desain jaringan yang menggunakan protokol routing OSPF harus lebih diperhatikan lagi. OSPF memungkinkan beberapa jaringan untuk dikelompokkan bersama. Pengelompokan ini disebut dengan area. Pengelompokan area pada jaringan protokol routing OSPF memungkinkan informasi mengenai topologi pada suatu area tidak diketahui oleh area lainnya dari seluruh *autonomous system* yang ada. Informasi topologi yang tidak diketahui oleh area lain berdampak pada penurunan *traffic* routing sehingga penyebaran informasi mengenai status *link* pada

jaringan menjadi lebih teratur dan tersegmentasi, lebih efisien dalam penggunaan *bandwidth*, serta lebih cepat dalam menentukan rute terbaik dalam mengirim paket (Syafrizal, 2008).

Pengelompokan area pada protokol routing OSPF terbagi 2, yaitu *single area* dan *multi area*. Penerapan *multi area* pada protokol routing OSPF dilakukan ketika jumlah router pada suatu area sudah melebihi dari jumlah maksimal yang ditentukan. Umumnya, jumlah router pada suatu area tidak lebih dari 50 router, hal ini bertujuan untuk membatasi banyaknya *link* yang dimonitor oleh sebuah router serta menjaga stabilitas dari jaringan tersebut (Tiso, 2011). Penerapan *multi area* sebenarnya menimbulkan beban tersendiri pada router yang berperan sebagai *Area Border Router* (ABR) karena harus menghubungkan area *backbone* dengan area lainnya pada jaringan sekaligus menyimpan informasi dari setiap area yang terhubung dengan ABR, oleh karena itu salah satu faktor yang harus dipertimbangkan sebelum menerapkan *multi area* adalah kemampuan router (RAM, processor, *bandwidth*) yang akan digunakan sebagai penghubung antara 2 area atau lebih (ABR). *Failure* pada ABR mengakibatkan area yang sebelumnya saling terhubung menjadi terputus sehingga komunikasi antararea tidak dapat dilakukan.

Pada kondisi meningkatnya skala jaringan, penerapan *single area* dirasa tidak efektif. Meningkatnya skala jaringan berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah *link* pada jaringan tersebut, hal ini berdampak pada meningkatnya waktu yang diperlukan dalam melakukan proses pengumpulan informasi dari setiap *link* dan waktu yang diperlukan dalam menemukan rute terbaik serta frekuensi penghitungan algoritme routing pada jaringan protokol routing OSPF. Penerapan *multi area* pada protokol routing OSPF diperlukan untuk mengurangi jumlah *link* yang dimonitor oleh setiap router. *Multi area* pada protokol routing OSPF bekerja dengan cara membagi setiap *link* pada jaringan OSPF kedalam beberapa area yang saling terhubung sehingga dapat mengurangi jumlah *link* yang dimonitor oleh setiap router, penyebaran informasi menjadi lebih teratur dan tersegmentasi, serta mengurangi frekuensi penghitungan algoritme routing. Pengelompokan area dapat mempengaruhi kinerja dari protokol routing OSPF. Pada penelitian ini akan berfokus pada analisis perbandingan kinerja protokol routing OSPF pada jaringan *single area* dan *multi area*. Waktu

konvergensi dan waktu *round-trip* merupakan parameter yang digunakan dalam menentukan kinerja protokol routing OSPF berdasarkan pengelompokan area yang digunakan.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Open Shortest Path First (OSPF)

Algoritma *link-state* dikembangkan oleh *ARPAnet* dalam menghasilkan protokol terdistribusi yang jauh lebih baik daripada algoritma *distance-vector*. Algoritma *link-state* juga dikenal sebagai algoritma *Dijkstra* atau algoritma *shortest path first* (SPF). Pada algoritma *link-state*, setiap *router* tidak hanya saling bertukar informasi jarak (*distance*) dengan *router* yang lain, namun setiap *router* dalam jaringan memiliki peta jaringan yang dapat diperbarui dengan cepat apabila terjadi perubahan pada topologi. Penghitungan *cost* pada setiap rute di dalam jaringan juga lebih akurat, penghitungan *cost* dilakukan berdasarkan informasi yang ada pada peta jaringan yang dimiliki oleh setiap *router*. Algoritma *link-state* memiliki waktu konvergensi lebih cepat dan tidak menghasilkan *routing loop* sehingga lebih efisien dalam penggunaan *bandwidth*, serta dapat menghasilkan banyak jalur ke sebuah tujuan. Perkembangan inilah yang menjadi awal mula lahirnya protokol *routing Open Shortest Path First* (OSPF) yang dikembangkan oleh IETF (Sugeng & Dinnarwaty Putri, 2015).

Protokol *routing* OSPF mendukung jaringan *multi* akses dan membagi jaringan yang besar menjadi beberapa area. Pada jaringan *multi* akses, setiap *router* dapat memiliki lebih dari satu *adjacency*. Kondisi dimana setiap *router* membentuk *adjacency* dengan semua *router* yang lain dirasa tidak efisien. OSPF mengefisienkan *adjacency* ini melalui konsep *designated router* dan *designated router* cadangan. Semua *router* hanya perlu *adjacent* dengan semua *router* yang lain. *Designated router* cadangan digunakan ketika *designated router* gagal berfungsi.

OSPF ada 2 versi, OSPFv2 & OSPFv3. OSPFv2 digunakan pada pengalaman menggunakan IPv4 saja, sedangkan OSPFv3 secara spesifik digunakan pada pengalaman menggunakan IPv6 (Lukman, et al., 2019). OSPF dapat melakukan pengelompokan terhadap network tertentu. Pengelompokan tersebut dikenal dengan area. Topologi di sebuah area akan membuat informasi pada area tersebut

tidak diketahui oleh area lainnya. Penyembunyian informasi ini berdampak pada penurunan trafik *routing* yang didistribusikan oleh setiap *router*.

### 2.2. OSPF Single Area

OSPF *Single area* merupakan OSPF dengan menggunakan satu area yaitu area *backbone* atau area 0. Area 0 dikenal sebagai area utama pada OSPF yang menghubungkan semua area lainnya dalam jaringan. *Single area* OSPF berfungsi dalam jaringan yang lebih kecil di mana hanya beberapa *router* yang bekerja dan *link* yang dimiliki oleh setiap *router* terhadap *router* lainnya tidak kompleks. Jika suatu area menjadi semakin besar akan berdampak pada membesarnya tabel *routing*, *link-state* database (LSDB) serta frekuensi penghitungan algoritma SPF. OSPF mendukung *routing* hierarkis menggunakan area yang membuat OSPF lebih efisien dan terukur. Area adalah sekelompok *router* yang berbagi informasi status tautan yang sama di basis data tautannya.

Pada *single area* terdapat 1 jenis informasi perutean dan setiap *interface* pada seluruh *router* berada pada area yang sama (*backbone area*) atau memiliki *area-id* yang sama. Rute yang dihasilkan pada suatu area dengan destinasi pada area yang sama disebut rute intra-area atau *intra-area routing*. Notasi untuk rute ini adalah O dalam tabel *routing*. *Router* pada *single area* memiliki LSDB yang didalamnya terdapat LSA tipe 1 dan LSA tipe 2.

### 2.3. OSPF Multi Area

Pada jaringan skala besar membutuhkan basis data yang besar untuk menyimpan informasi mengenai topologi jaringan. Hal ini mengarah pada penggunaan memori *router* yang lebih besar serta waktu penghitungan rute yang lebih lama. Dalam mengantisipasi hal ini, protokol *routing* OSPF menggunakan konsep *area* dan *backbone* (Sugeng & Dinnarwaty Putri, 2015). Konsep area pada protokol *routing* OSPF merupakan sub-domain dalam domain OSPF. *Multi area* OSPF adalah cara yang digunakan dalam membatasi jumlah *neighbors* pada suatu area. Penggunaan *multi area* OSPF secara logical dapat memisahkan *router-router* yang ada pada jaringan kedalam beberapa area yang berbeda sehingga setiap *router* hanya menyimpan informasi mengenai setiap rute yang ada pada area dimana *router* tersebut berada,

kecuali *router* yang berperan sebagai area border *router* (ABR) yang menyimpan informasi dari 2 area atau lebih pada jaringan. Penggunaan *multi area* pada protokol *routing* OSPF dapat mengurangi informasi *routing table* pada *router*, *link-state* update overhead serta frekuensi penghitungan algoritma SPF. Hal ini dapat mengurangi beban *router* sehingga proses *routing* dapat berjalan dengan optimal (Naukwal, 2019).

### 2.4. Waktu Konvergensi

Konvergensi adalah proses *router* untuk mengumpulkan informasi mengenai kondisi jaringan yang *valid* dan untuk mencari *route* yang optimal sesuai algoritma yang dipakai, dan meng-update *routing table* (Lukman, et al., 2019). Faktor yang memengaruhi waktu konvergensi adalah algoritma dari protokol *routing* itu sendiri. Selain algoritma dari protokol *routing*, jumlah node atau *router* yang terdapat pada sebuah jaringan juga memengaruhi waktu konvergensi dari *router*. Besarnya waktu yang dibutuhkan dalam mencapai kondisi konvergen berbanding lurus dengan besarnya skala jaringan, semakin besar suatu jaringan maka semakin besar pula waktu yang diperlukan oleh *router* dalam mencapai kondisi konvergen, begitupun sebaliknya. Waktu konvergensi merupakan hasil perkalian antara *packet loss* dan *timeout* (detik) (Muliandri, et al., 2019).

### 2.5. Waktu Round-trip

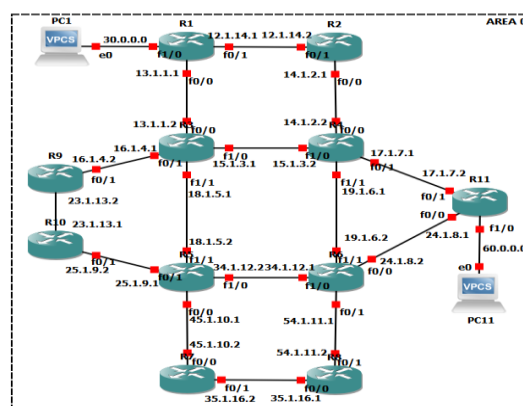
Waktu *round-trip* adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket dari sumber ke tujuan dan kembali lagi ke sumber (Ikhwan & Elfritri, 2016). Untuk mengetahui waktu *round-trip* dapat menggunakan perintah PING pada alamat IP tujuan. PING berfungsi untuk mengetahui *reachability* dari sebuah host menggunakan alamat IP pada jaringan. PING menggunakan protokol *Internet Control Message Protocol* (ICMP) *request* yang akan dikirimkan ke alamat tujuan dan menunggu paket balasan atau *reply* dari alamat yang dituju. Waktu *round-trip* dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu *transfer rate* pengirim paket, media transmisi, dan besarnya skala dalam suatu jaringan. *Error*, *packet loss*, dan *statistic* nilai dari waktu *round-trip* (minimum waktu *round-trip*, rata-rata waktu *round-trip*, maksimum waktu *round-trip*) merupakan output dari penggunaan perintah PING.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan tahapan atau prosedur yang akan digunakan pada penelitian ini. Tahap pertama yaitu menganalisis kebutuhan yang dibutuhkan pada penelitian, baik kebutuhan perangkat lunak maupun kebutuhan perangkat keras. Perangkat lunak dapat berupa simulator atau sistem operasi yang digunakan sebagai pendukung pada penelitian. Perangkat keras merupakan perangkat yang digunakan sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat lunak.

Tahap selanjutnya merupakan perancangan, pada tahap ini menjelaskan alur kerja dari penelitian ini. Perancangan terdiri dari perancangan topologi jaringan *single area* dan *multi area*, perancangan *routing* OSPF dan perancangan pengujian. Perancangan topologi artinya merancang topologi jaringan serta jumlah perangkat yang akan digunakan pada penelitian ini. Bentuk topologi bersifat tetap, baik pada OSPF *single area* maupun *multi area*, perbedaan hanya ada pada pembagian area saja. Perancangan *routing* OSPF menjelaskan prosedur atau tahapan dalam menerapkan *single area* dan *multi area* menggunakan protokol *routing* OSPF. Perancangan pengujian artinya merancang skenario dan parameter pengujian untuk menguji kinerja protokol *routing* OSPF pada topologi *single area* dan *multi area*.

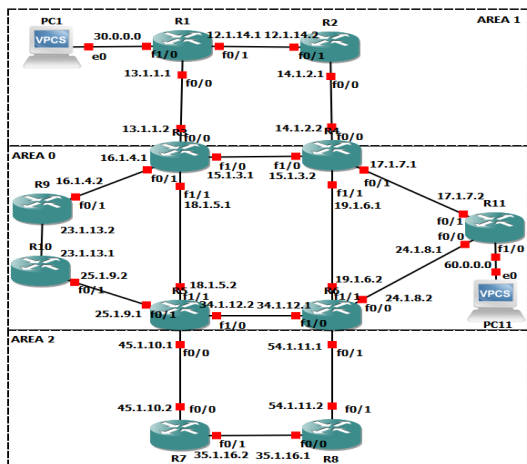
Tahap berikutnya yaitu implementasi, pada tahap ini rancangan topologi jaringan dijalankan melalui GNS-3, lalu dilakukan implementasi protokol *routing* OSPF pada topologi *single area* dan *multi area* lalu implementasi skenario pengujian menggunakan parameter uji yang ditentukan.



Gambar 1. Perancangan Topologi Jaringan OSPF Single Area

Gambar 1 merupakan topologi jaringan OSPF *single area* yang terdiri dari 11 router

dikelompokkan kedalam sebuah area tunggal (*single area*) yang disebut area *backbone* atau area 0. Router pada area ini disebut router *backbone* karena semua *interface* pada setiap router berada pada area *backbone*.

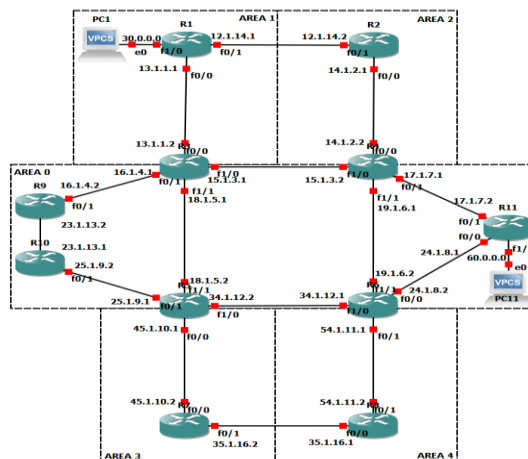


Gambar 2. Perancangan Topologi Jaringan OSPF Multi Area (3 Area)

Gambar 2 merupakan topologi jaringan OSPF *multi area* yang terdiri dari 11 router dikelompokkan kedalam 3 area yaitu area 1, area 0 atau area *backbone* sebagai area utama, dan area 2. Router 1 (R1) dan Router 2 (R2) merupakan router internal karena seluruh *interface* berada pada area 1. Router 3 (R3) dan router 4 (R4) merupakan *area border router* (ABR) yang menghubungkan area 1 dan area 0. *Interface* f0/0 pada R3 dan R4 berada pada area 1 dan *directly connected* dengan R1 dan R2 pada area 1, sisanya berada pada area 0. Router 9 (R9), router 10 (R10), dan router 11 (R11) merupakan router *backbone* karena seluruh *interface* berada pada area 0. Router 5 (R5) dan router 6 (R6) merupakan ABR yang menghubungkan area 2 dan area 0. *Interface* f0/0 dan f0/1 pada R5 dan R6 berada pada area 2 dan *directly connected* dengan router 7 (R7) dan router 8 (R8) pada area 2. Router 7 (R7) dan router 8 (R8) merupakan router internal karena setiap *interface* berada pada area 2.

Gambar 3 merupakan topologi jaringan OSPF *multi area* yang terdiri dari 11 router juga dikelompokkan kedalam 5 area yaitu area 1, area 2, area 0 atau area *backbone*, area 3, dan area 4. *Interface* f0/0 pada Router 1 (R1) berada pada area 1 dan *interface* f0/1 berada pada area 2. Setiap *interface* pada Router 2 (R2) berada pada area 2. R1 dan R2 merupakan router internal. Router 3 (R3) dan router 4 (R4) merupakan *area border router* (ABR) yang menghubungkan area 1 dan area 2 dengan area 0. *Interface* f0/0 pada

R3 dan R4 berada pada area 1 dan area 2 serta *directly connected* dengan R1 dan R2 pada area 1 dan area 2, sisanya berada pada area 0. Router 9 (R9), router 10 (R10), dan router 11 (R11) merupakan router *backbone* karena seluruh *interface* berada pada area 0.



Gambar 3. Perancangan Topologi Jaringan OSPF Multi Area (5 Area)

Router 5 (R5) dan router 6 (R6) merupakan ABR yang menghubungkan area 3 dan area 4 dengan area 0. *Interface* f0/0 dan f0/1 pada R5 dan R6 berada pada area 3 dan area 4 serta *directly connected* dengan router 7 (R7) dan router 8 (R8) pada area 3 dan area 4. *Interface* f0/0 pada router 7 (R7) berada pada area 3 dan *interface* f0/1 berada pada area 4. Setiap *interface* pada router 8 (R8) berada pada area 4. R7 dan R8 merupakan router internal.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian dan analisis menjelaskan tentang pengujian dari protokol *routing* OSPF pada *single area* dan *multi area* berdasarkan skenario simulasi yang ditentukan lalu menganalisis data yang menjadi hasil dari tahap pengujian. Parameter uji yang digunakan yaitu waktu *round-trip* dan waktu konvergensi, parameter inilah yang akan digunakan dalam membandingkan kinerja dari protokol *routing* OSPF *single area* dan *multi area*.

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan paket *Internet Control Message Protocol* (ICMP) PING. Sebelum melakukan pengiriman paket, dilakukan proses *packet capture* menggunakan aplikasi Wireshark dengan memilih salah satu jalur yang terhubung dari *router* pengirim ke *router* penerima kemudian mengaktifkan Wireshark pada jalur tersebut untuk memulai proses *packet capture*. Proses *packet capture* melalui aplikasi Wireshark

bertujuan untuk memastikan bahwa paket yang dikirim dari *router* pengirim ke *router* penerima berjalan pada protokol OSPF dan dilakukan pada alamat IP yang sesuai dengan rancangan topologi yang telah dibuat.

Waktu konvergensi didapatkan dengan cara memutus *link* antara *router* pengirim dan penerima ketika mengirim paket ICMP PING. Melalui pemutusan *link*, *router* memerlukan waktu untuk melakukan penghitungan ulang dalam menemukan rute terbaru sehingga dapat melanjutkan pengiriman paket yang sempat terhenti, waktu inilah yang akan menjadi nilai dari waktu konvergensi. Waktu *round-trip* didapatkan dengan cara mengirimkan paket ICMP PING dari *router* pengirim menuju *router* penerima. Waktu yang diperlukan oleh pengirim sejak paket tersebut dikirim hingga mendapat balasan dari penerima merupakan nilai dari waktu *round-trip*.

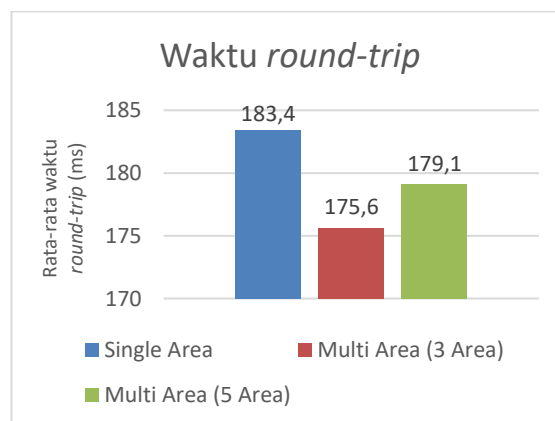
Pada pengujian waktu konvergensi dan waktu *round-trip* memiliki perbedaan pada jumlah perulangan dalam mengirimkan paket, Pada pengujian waktu konvergensi memiliki jumlah perulangan sebanyak 1000 kali dengan tujuan mendapatkan hasil yang lebih akurat untuk nilai waktu konvergensi, sedangkan pada pengujian waktu *round-trip*, memiliki jumlah perulangan sebanyak 500 kali. Pada pengujian waktu konvergensi, dilakukan pemutusan *link* yang menghubungkan *router* pengirim dan penerima, sedangkan pada pengujian waktu *round-trip* tidak dilakukan pemutusan *link* karena hanya memerlukan waktu yang dibutuhkan dari mengirim hingga membalas paket.

Hasil yang didapatkan melalui skenario simulasi akan disajikan dengan tabel dan grafik lalu dianalisis untuk menjelaskan nilai-nilai yang didapatkan dari pengujian yang dilakukan sehingga dapat mengetahui kinerja protokol yang terbaik dengan nilai waktu konvergensi dan waktu *round-trip* yang paling kecil.

#### 4.1. Waktu Round-trip

*Single area* menggunakan protokol routing OSPF yang direpresentasikan dengan warna biru memiliki rata-rata waktu *round-trip* sebesar 183,4 ms. *Multi area yang terdiri dari 3 area* menggunakan protokol routing OSPF yang direpresentasikan dengan warna merah memiliki rata-rata waktu *round-trip* sebesar 175,6 ms. *Multi area yang terdiri dari 5 area* menggunakan protokol routing OSPF yang direpresentasikan

dengan warna hijau memiliki rata-rata waktu *round-trip* sebesar 179,1 ms.



Gambar 4. Diagram perbandingan waktu *round-trip*

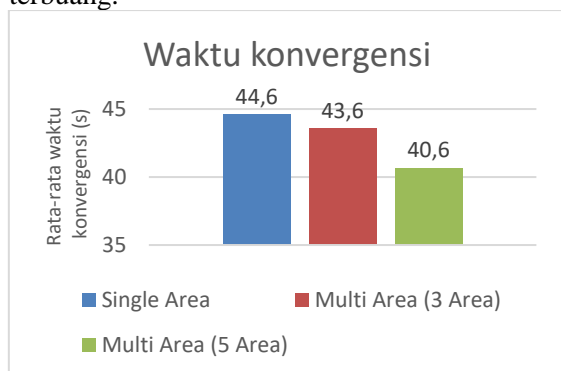
Berdasarkan Gambar 4, *multi area* yang terdiri dari 3 area menggunakan protokol routing OSPF memiliki performa yang paling baik karena memiliki rata-rata waktu *round-trip* yang paling kecil sehingga rata-rata pengiriman paket yang dilakukan lebih cepat dibandingkan dengan *single area* dan *multi area* yang terdiri dari 5 area. Hasil pengujian menunjukkan bahwa banyaknya area dapat mempengaruhi waktu *round-trip* pada jaringan menggunakan protokol routing OSPF.

#### 4.2. Waktu Konvergensi

*Single area* menggunakan protokol routing OSPF yang direpresentasikan dengan warna biru memiliki rata-rata waktu konvergensi sebesar 44,6 detik dengan rata-rata paket yang terkirim sebesar 978 paket dan rata-rata paket yang hilang sebesar 22 paket. *Multi area yang terdiri dari 3 area* menggunakan protokol routing OSPF yang direpresentasikan dengan warna merah memiliki rata-rata waktu konvergensi sebesar 43,6 detik dengan rata-rata paket yang terkirim sebesar 979 paket dan rata-rata paket yang hilang sebesar 21 paket. *Multi area yang terdiri dari 5 area* menggunakan protokol routing OSPF yang direpresentasikan dengan warna hijau memiliki rata-rata waktu konvergensi sebesar 40,6 detik dengan rata-rata paket yang terkirim sebesar 980 dan rata-rata paket yang hilang sebesar 20 paket.

Berdasarkan Gambar 5, *multi area* yang terdiri dari 5 area menggunakan protokol routing OSPF memiliki performa yang paling baik karena memiliki rata-rata waktu konvergensi yang paling kecil sehingga lebih cepat dalam menemukan rute terbaru ketika rute yang lama

sudah tidak aktif atau tidak dapat digunakan, serta meminimalisir banyaknya paket yang terbang.



Gambar 5. Diagram perbandingan waktu konvergensi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa banyaknya area dapat mempengaruhi waktu konvergensi pada jaringan menggunakan protokol routing OSPF, terjadi penurunan terhadap waktu konvergensi seiring dengan bertambahnya jumlah area. Penerapan *multi area* dapat mengurangi banyaknya *link* yang dipantau oleh sebuah router, hal ini dapat mempengaruhi kemampuan sebuah router dalam menentukan rute terbaru ketika rute utama tidak dapat digunakan. Semakin sedikit jumlah *link* yang dipantau, maka semakin cepat suatu router dalam menentukan rute terbaik.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil pengujian antara lain:

1. Implementasi *single area* dan *multi area* yang terdiri dari 3 area dan 5 area pada protokol routing OSPF diimplementasikan pada jaringan yang terdiri dari 11 router menggunakan alamat IPv4. *Single area*, *multi area* yang terdiri dari 3 area dan 5 area menggunakan protokol routing OSPF memiliki *success rate* sebesar 100% berdasarkan pengujian waktu *round-trip*, artinya tidak ada paket yang hilang selama proses pengiriman sedang berlangsung, hal ini menunjukkan bahwa protokol routing OSPF sudah berhasil diimplementasikan kedalam topologi *single area* dan *multi area* yang terdiri dari 3 area dan 5 area. Packet capture menggunakan aplikasi Wireshark juga menunjukkan bahwa paket yang berjalan pada *single area*, dan *multi area* baik pada 3 area maupun 5 area berjalan pada protokol routing OSPF

2. Pada skenario pengujian waktu *round-trip*, *multi area* menggunakan protokol routing OSPF memiliki waktu *round-trip* paling cepat dibandingkan dengan *single area*. *Single area* menggunakan protokol routing OSPF memiliki waktu *round-trip* sebesar 183,4 ms, sedangkan *multi area* pada 3 area dan 5 area secara berurutan sebesar 175,6 ms dan 179,1 ms. Hal ini membuktikan bahwa *multi area* memiliki performa yang paling optimal dibandingkan dengan *single area* menggunakan protokol routing OSPF berdasarkan parameter waktu *round-trip* pada topologi jaringan 11 router. Pada skenario pengujian waktu konvergensi, *single area* memiliki waktu konvergensi sebesar 44,6 detik, sedangkan *multi area*, yang terdiri dari 3 area dan 5 area memiliki waktu konvergensi secara berurutan sebesar 43,6 dan 40,6 detik, Hal ini membuktikan bahwa *multi area* memiliki kinerja yang paling optimal dibandingkan dengan *single area* menggunakan protokol routing OSPF berdasarkan parameter waktu konvergensi pada topologi jaringan 11 router. Waktu konvergensi semakin cepat seiring dengan bertambahnya jumlah area.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Ikhwan, S. & Elfitri, I., 2016. *Analisa Delay Yang Terjadi Pada Penerapan Demilitarized Zone(DMZ) Terhadap Server Universitas Andalas*. JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, Volume 5, No 2.

Lukman, Indra Saputra, E., Pambudi, H. & Noviarda Saputra, D., 2019. *Analisis Waktu Konvergensi Routing*. Jurnal Teknologi Informasi, Volume Vol. XIV No. 1.

Muliandri, E., Trisnawan, P. H. & Amron, K., 2019. *Analisis Perbandingan Kinerja Routing Protokol IS-IS dengan Routing Protokol EIGRP dalam Dynamic Routing*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Volume Vol. 3, No. 2, p. 4.

Naukwil, N., 2019. *OSPF with Multi-Area Adjacency Configuration Example*. [online] Tersedia di: <<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/open-shortest-path-first-ospf/118879-configure-ospf-00.html>> [Diakses 13 Februari 2020]

Nugroho, K., Nugroho, R. A. & Ikwan, S., 2017. *Pengaruh Perubahan Area Terhadap Performansi Jaringan OSPF*. CITISEE.

Silk M, L. & Suhardi, 2011. *Pengaruh Model Jaringan Terhadap Optimasi Routing Open Shortest Path First (OSPF)*. TEKNOLOGI, Volume 1, No.2.

Sugeng, W. & Dinnarwaty Putri, T., 2015. *Jaringan Komputer dengan TCP/IP*. Bandung: Modula.

Syafrizal, M., 2005. *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Andi Publisher.

Tiso, J., 2011. *Designing Cisco Network Service Architectures (ARCH): Developing an Optimum Design for Layer 3 (CCDP)*. [online] Tersedia di: <<https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=1763921&seqNum=6>> [Diakses 28 Juli 2020]

Syafrizal, M., 2005. *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Andi Publisher.