

Pengaruh Perubahan Area Terhadap Performansi Jaringan OSPF

Kukuh Nugroho¹, Rio Adi Nugroho², Syariful Ikwan³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom, Purwokerto.

Jl. D.I Panjaitan no.128 Purwokerto

¹kukuh@ittelkom-pwt.ac.id, ²rioadinugroho4@gmail.com, ³syariful@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

OSPF adalah salah satu pilihan protokol *routing* yang dapat diimplementasikan pada jaringan dengan skala besar. OSPF dapat digunakan oleh berbagai *vendor* pembuat router, tidak hanya mengacu ke salah satu *vendor* saja, seperti penggunaan EIGRP yang khusus digunakan untuk router produk dari Cisco. Dalam mengimplementasikan OSPF dikenal dengan konsep area (wilayah), dimana area yang wajib ada adalah area 0 (*area backbone*). Semua area selain area 0 wajib terhubung dengan area 0. Dalam jaringan skala besar, penggunaan konsep multi-area sangat dianjurkan untuk mengurangi beban kinerja dari *processor* dan penggunaan *memory* dari sebuah router. Namun masalah beban *processor* dan penggunaan *memory* tersebut masih belum dikorelasikan dengan waktu pengiriman paket (*latency*). Oleh karena itu pada penelitian ini akan diujikan sebuah konsep jaringan OSPF dengan menggunakan tiga konsep area yaitu *single* area, tiga area, dan lima area. Kemudian dari ketiga skenario jaringan OSPF tersebut akan dilihat perbedaan performansi jaringan-nya dilihat dengan menggunakan parameter *latency* dan *throughput*. Pada masing-masing pengujian menggunakan besaran ukuran data yang berbeda. Sedangkan *software* simulasi yang digunakan adalah GNS3. Besar ukuran data yang digunakan dalam proses simulasi adalah 32 Byte, 20 KByte, dan 65 KByte. Dari hasil pengujian dengan menggunakan ukuran data 65 Kbyte didapatkan hasil nilai *latency* dan *throughput* sebesar 1385,351 ms dan 0,3754 Mbps. Terdapat penurunan nilai *latency* sebesar 0,945 % dari pengujian *single* area ke skenario tiga area OSPF dan jika dibandingkan dengan menggunakan konsep 5 area terdapat penurunan nilai *latency* sebesar 1,917 %.

Kata Kunci : OSPF, Multi-Area, Latency, Throughput.

Abstract

OSPF is one of the routing protocols that can be implemented on a large-scale network. OSPF can be used by a variety of router manufacturer (*vendor*), not just referring to one vendor, such as the use of EIGRP that specifically used by Cisco product router. In implementing OSPF using area concept, wherein the area that must be required is the area 0 (*backbone area*). All areas besides area 0 must be connected with area 0. In large-scale networks, the use of concept multi-area is highly recommended to reduce the performance load of the processor and the usage of a router's memory. However the problem of processor load and memory usage is still not correlated with the delivery time of the packet (*latency*). Therefore, in this research will be tested an OSPF network concept by using three area concept that are single area, three areas, and five areas. Then from three OSPF network scenarios will be analyzed the network performance differences by using latency and throughput parameters. Each scenario uses different data size, and GNS3 as software simulation. The data size used in the simulation process are 32 Bytes, 20 KBytes, and 65 KBytes. From the simulation result using the data size of 65 KBytes obtained the value of latency and throughput are 1385.351 ms and 0.3754 Mbps. There is degradation value of latency in the amount of 0.945% from single area OSPF network to three area OSPF network and if compare to five area OSPF network there is degradation value of latency in the amount of 1.917%.

Keywords: OSPF, Multi-Area, Latency, Throughput.

I. PENDAHULUAN

Dalam sistem jaringan komputer dari skala kecil (*Local Area Network/LAN*) hingga berskala besar (*Wide Area Network/WAN*) atau Internet memerlukan adanya sebuah konsep *routing*. Proses *routing* digunakan untuk menentukan jalur terdekat dan tercepat dalam mengirimkan paket-paket data sehingga mencapai tujuannya dimana perangkat yang digunakan untuk melakukan proses tersebut adalah router (Nugroho, 2016). Dengan menggunakan konsep *routing*, data

dapat dipertukarkan antar komputer yang terletak pada wilayah network yang berbeda.

Konsep *routing* dibagi menjadi dua yaitu *routing* statis dan *routing* dinamis. Dimana *routing* statis merupakan mekanisme *routing* yang dalam proses konfigurasinya dilakukan secara manual dan membutuhkan informasi network tujuan. Sedangkan *routing* dinamis merupakan mekanisme pertukaran tabel *routing* yang dikonfigurasi secara dinamis. Oleh karena itu, untuk jaringan skala besar dianjurkan menggunakan *routing* dinamis. (Nugroho, 2016)

Open Shortest Path First (OSPF) merupakan salah satu protokol routing dalam kategori protokol *routing link-state* dan dikembangkan oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF) pada tahun 1987. Dalam implementasi-nya, OSPF menggunakan konsep *area* (wilayah), dimana *area* yang wajib dibuat adalah *area 0 (backbone)*. Sebenarnya penggunaan konsep *area* dapat mengurangi beban kerja dari *processor* dan penggunaan *memory* (RAM) dari sebuah router. Namun dengan adanya penggunaan konsep *area* tersebut juga menimbulkan beban kerja tersendiri pada router yang berposisi sebagai ABR (*Autonomous Border Router*). Posisi router ABR yang terletak pada dua wilayah atau lebih *area* OSPF akan mengakibatkan beban kerja dari router ABR akan lebih berat dibandingkan dengan router yang terletak di dalam sebuah wilayah (*area*) OSPF, karena kerja dari router ABR masih harus mengganti informasi wilayah (*area*) OSPF dalam sebuah paket yang ingin dikirimkan ke perangkat tujuan. Nama dari router yang terletak dalam sebuah wilayah jaringan OSPF dikenal dengan istilah *internal router*. Sehingga pada penelitian ini akan diuji performansi jaringan OSPF dengan menerapkan konsep *multi-area*, dimana skenario jaringan OSPF yang dibuat meliputi; *single area*, *tiga area*, dan *lima area*. Parameter yang dijadikan sebagai tolak ukur dalam menguji performansi jaringan tersebut adalah *latency* dan *throughput*. Dalam melakukan penelitian menggunakan *software* simulasi GNS3, dimana terdapat topologi jaringan OSPF yang menggunakan tiga skenario *area*, komputer pengirim dan tujuan yang saling bertukar data, dan komputer lain yang dijadikan sebagai beban tambahan di dalam jaringan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Agustinus dengan judul “*Analisis Perbandingan Routing Protokol OSPF – Single Area dan Multiarea Pada Jaringan Wired*” diperoleh hasil bahwa penggunaan jaringan OSPF *multi-area* lebih baik dibandingkan dengan *single area* jika dilihat dari sisi parameter *delay*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan skenario pemutusan jalur (*link*), dimana terdapat dua puluh (20) router yang digunakan dalam skenario topologi jaringan dengan *software* simulasi yang digunakan adalah OPNET 14.5. (Prasetyanto, 2016)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Pauline dengan judul “*Perancangan dan Analisis Perbandingan Implementasi OSPF pada Jaringan IPv4 dan IPv6*” diperoleh hasil bahwa nilai *delay* dari penggunaan IPv6 yang diimplementasikan pada jaringan OSPF lebih kecil sebesar 3-6% dibandingkan jika digunakan protokol IPv4. Sehingga hasil dari penelitian ini bisa dijadikan masukan untuk melakukan penelitian berikutnya dengan menggunakan judul yang sama namun menggunakan protokol pengalamatan IPv6. (Rahmiati, 2014)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ridha dengan judul “*Analisis Simulasi Penerapan Algoritma OSPF Menggunakan RouteFlow pada Jaringan Software Defined Network (SDN)*” diperoleh hasil bahwa pengimplementasian protokol OSPF pada jaringan SDN menghasilkan waktu konvergensi yang masih sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh ITU-T G.1010. Skenario perencanaan jaringan menggunakan empat, enam, dan delapan buah switch dengan waktu konvergensi 4,22 ms, 4,41 ms, dan 4,66 ms. Akan tetapi dengan penambahan *background* trafik sebesar 50% dari *bandwidth* menghasilkan performansi QoS memburuk. (Negara, 2017)

Dalam penelitian ini hanya difokuskan pada skenario implementasi topologi jaringan dengan menggunakan protokol *routing* OSPF *single* dan *multi-area*, protokol pengalamatan yang digunakan IPv4, *software* simulasi GN3,

dan terdapat tiga ukuran data yang digunakan untuk menguji performansi jaringan dilihat dari parameter *latency* dan *throughput* yaitu 32 Byte, 20 KByte, dan 65 KByte.

1.1 Tinjauan Pustaka

1.1.1 Routing

Proses pemilihan jalur dinamakan dengan istilah *routing* dengan perangkat yang difungsikan untuk melakukann proses *routing* tersebut adalah router atau perangkat yang bekerjanya ada di layer 3 (layer *network*) pada konsep layer OSI, seperti perangkat switch layer 3. Dalam melakukan fungsi *routing* tersebut, perangkat router akan menggunakan informasi alamat IP tujuan dari paket yang diterima dan mencocokkan alamat IP tujuan dengan daftar informasi rute yang terdapat dalam tabel *routing* sebuah router. Secara garis besar informasi yang terdapat dalam tabel *routing* adalah berupa alamat *network*, baik itu alamat *network* yang terhubung langsung dengan router yang bersangkutan ataupun tidak. (Nugroho, 2016)

1.1.2 Protokol Routing

Protokol *routing* merupakan salah satu solusi yang digunakan untuk mencatatkan informasi alamat *network* lawan ke dalam tabel *routing* sebuah router secara otomatis. Terdapat beberapa pilihan protokol *routing* yang dapat diaktifkan dalam sebuah router. Pemilihan protokol *routing* tersebut tergantung dari beberapa hal, diantaranya adalah wilayah AS (*Autonomous System*), jumlah router yang terdapat dalam jaringan, dan kecepatan konvergensi. AS didefinisikan sebagai wilayah edar dari paket *update* yang dipertukarkan antar protokol *routing* yang telah diaktifkan dalam sebuah router. Berdasarkan pembagian wilayah AS, protokol *routing* dibedakan menjadi IGP (*Interior Gateway Protocol*) dan BGP (*Exterior Gateway Protocol*) dan OSPF termasuk dalam salah satu protokol *routing* dalam kategori IGP. (Nugroho, 2016)

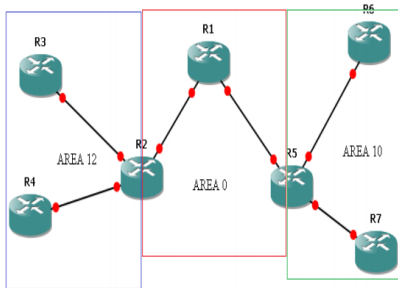
OSPF (*Open Shortest Path First*) merupakan sebuah protokol *routing* dalam kategori *link state* dan bersifat *open standard* yang bisa diimplementasikan oleh berbagai macam *vendor*. OSPF bekerja dengan menggunakan algoritma *Dijkstra*, serta OSPF mendukung untuk *classless* protokol *routing* dan VLSM. (Setiawan, 2015)

OSPF mendistribusikan informasi routingnya di dalam router-router yang tergabung ke dalam suatu AS (*Autonomous System*). AS adalah jaringan yang dikelola oleh administrator jaringan. OSPF menggunakan konsep *link state*, dan dirancang untuk bekerja dengan sangat efisien dalam proses pengiriman *update* informasi rute. (Moonlight, 2011)

Penggunaan SPF algoritma membuat konvergensi dalam topologi jaringan OSPF lebih cepat dibandingkan RIP. Karakter lain dari OSPF adalah menyediakan informasi rute ke router-router yang lain dalam jaringan OSPF dengan cara hanya mengirim tabel *routing* hasil *update*-an (yang terbaru) saja, dan lebih efisien dibandingkan RIP untuk lalu lintas jaringan. (Thomas, 2003)

1.1.3 Konsep Area OSPF (Sofana, 2012)

Dalam membangun jaringan OSPF harus ada *area 0 (backbone)*. Semua *area* selain *area 0* harus terhubung langsung dengan *area 0 (backbone)*. Berikut adalah gambaran dari konsep pembangunan jaringan OSPF *multi-area*:



Gambar 1. Konsep multi-area OSPF

Terlihat dari keterangan gambar 1 diatas, terdapat wilayah jaringan OSPF area 0 terhubung langsung dengan dua area bukan 0 yaitu OSPF area 12 dan 10.

OSPF sangat efisien, proses update dapat dilakukan dengan menggunakan konsep triggered update. Artinya tidak semua informasi yang ada di router akan dikirimkan seluruhnya ke router-router lain. Hanya informasi yang berubah (bertambah atau berkurang) saja yang akan dikirimkan ke semua router dalam area tersebut. Di dalam jaringan OSPF harus memiliki sebuah area khusus yang disebut area 0 (backbone). Sedangkan area lainnya harus terkoneksi dengan area 0. Terdapat beberapa pembagian nama router OSPF sebagai berikut:

- a) **Internal Router**
Internal router adalah router OSPF yang semua interface-nya masuk dalam satu wilayah jaringan OSPF yang sama. Pada R1, R3, R4, R6, dan R7 merupakan internal router.
- b) **Backbone router**
Backbone router adalah router OSPF yang semua interfacenya masuk ke dalam wilayah OSPF area 0 (backbone area). Pada R1 merupakan backbone router.
- c) **ABR (Area Border Router)**
ABR adalah router OSPF minimal terdapat dua interface yang masuk ke dalam wilayah jaringan OSPF yang berbeda. Pada R2 dan R5 merupakan ABR.
- d) **ASBR (Autonomous System Boundary Router)**

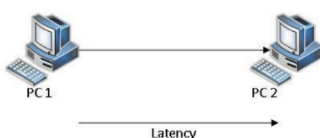
ASBR adalah router OSPF minimal terdapat satu interface yang masuk ke wilayah jaringan bukan OSPF. Tidak terdapat router yang termasuk dalam wilayah ASBR.

II. METODE PENELITIAN

Konsep pembangunan jaringan dimulai dari perencanaan, implementasi, dan pengukuran kinerja jaringan. Apabila pada pengukuran jaringan kurang sesuai dengan standar atau kualitas yang ditentukan, maka perlu proses perencanaan ulang untuk mendapatkan hasil sesuai perencanaan awal. Dalam mendapatkan pengukuran dari kinerja jaringan, terdapat beberapa parameter yang dijadikan tolak ukur diantaranya adalah latency dan throughput.

Latency

Latency adalah sebuah ukuran yang menyatakan waktu yang diperlukan bagi sebuah data untuk berpindah dari perangkat sumber ke perangkat penerima (Nugroho, 2016). Sehingga definisi dari latency hampir sama seperti istilah delay. Konsep latency dapat diilustrasikan seperti pada keterangan gambar 2 berikut:



Gambar 2. Konsep latency

Dari gambar 2 diatas menjelaskan bahwa latency adalah ukuran waktu perjalanan data dari komputer sumber (PC1) ke tujuan (PC2). Kalau dilihat dari sisi arahnya, pengukuran latency dimulai data keluar interface PC1 lalu sampai masuk ke interface PC2, dan tidak sebaliknya.

Pada umumnya dalam mengukur nilai latency adalah bolak-balik. Artinya latency adalah parameter pengukuran perjalanan data dari komputer sumber ke tujuan dan balik lagi ke komputer sumber. Istilah ini dinamakan round trip time (RTT), sehingga cara melakukan pengukuran dari RTT biasanya digunakan aplikasi ping.

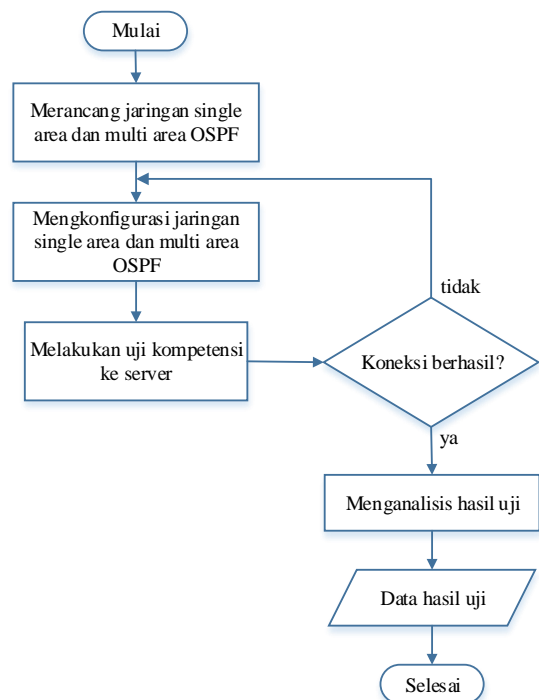
Throughput

Throughput adalah sebuah ukuran tentang berapa banyak data yang bisa dialirkan dalam sebuah media yang sebenarnya per-satuan waktu (Nugroho, 2016). Istilah throughput berbeda dengan bandwidth. Bandwidth didefinisikan sebagai sebuah ukuran tentang nilai maksimum jumlah data yang bisa dialirkan dalam sebuah media (Nugroho, 2016). Kesamaan dari kedua istilah tersebut adalah sama-sama menyatakan besaran jumlah data yang bisa dialirkan dalam sebuah media. Untuk mencari rumus dari throughput dapat memakai persamaan (1) berikut:

$$throughput = \frac{Ukuran\ data}{Latency} \quad (1)$$

Dari persamaan (1) diatas terlihat bahwa nilai throughput didapatkan dari nilai latency. Dengan semakin kecil nilai latency, akan didapatkan nilai throughput yang semakin besar.

Pada penelitian ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak berupa PC dan software simulasi GNS3 untuk menghubungkan antar interface fisik pada PC. Tahapan pengerjaan penelitian dijelaskan seperti pada diagram alir berikut:



Gambar 3. Diagram alir pengerjaan penelitian

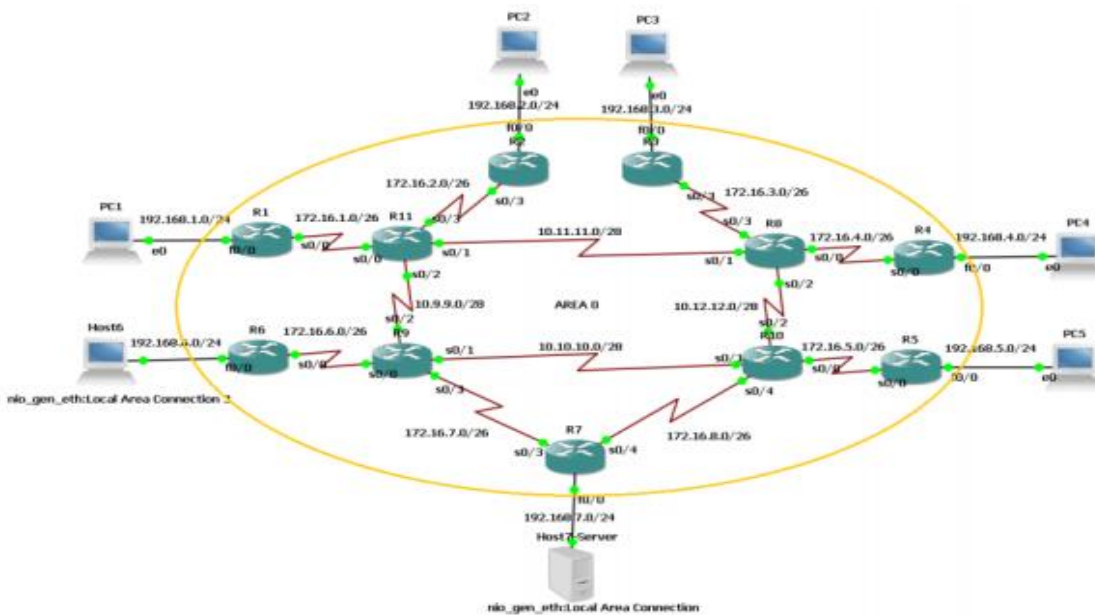
Pada gambar 3 diatas menjelaskan tentang proses pengerjaan penelitian. Pekerjaan dimulai dari merancang dan mengkonfigurasi jaringan *single area* dan *multi area* OSPF. Pada proses ini penelitian dirancang dan dikonfigurasi sesuai skenario yaitu *single area* OSPF, *multi 3 area* OSPF, dan *multi 5 area* OSPF.

Proses selanjutnya adalah melakukan uji koneksi dengan menggunakan program *ping* dari masing-masing *PC client* ke *server*. Proses ini menguji tingkat konektifitas jaringan yang dirancang sesuai dengan skenario penelitian. Apabila uji koneksi berhasil, maka proses dilanjutkan dengan menganalisis hasil uji koneksi tersebut. Apabila uji koneksi gagal, maka proses diulangi dengan merancang kembali dan

mengkonfigurasi sesuai dengan skenario penelitian. Proses selanjutnya adalah menganalisis hasil dari proses tes koneksi dengan menggunakan program *ping*. Pada tahap ini, hasil uji koneksi dianalisis berdasarkan parameter uji performansi jaringan yaitu *latency* dan perhitungan nilai *throughput*. Dari analisis tersebut menghasilkan proses data hasil dari proses analisis. Kemudian data hasil analisis yang dijadikan sebagai kesimpulan dari hasil penelitian ini.

2.1 Single area OSPF

Penelitian skenario pertama adalah menggunakan *single area* OSPF yang dijelaskan pada gambar topologi berikut:



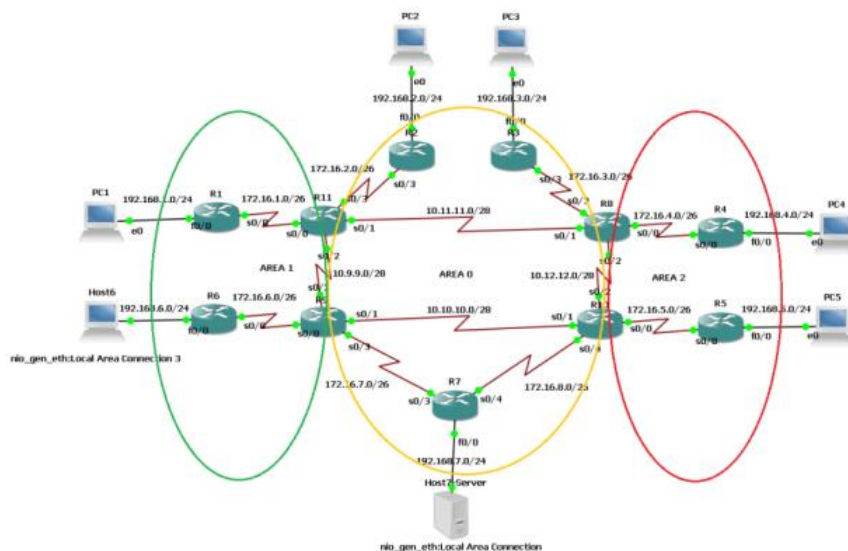
Gambar 4. Single Area OSPF

Gambar 4 diatas menjelaskan konsep dari skenario penelitian untuk *single area* OSPF dengan menggunakan 11 router dan 7 PC. Dimana 1 PC merupakan *server* pada *host 7* dan sisanya 6 PC merupakan *client*. Semua router saling terhubung dengan kabel serial dan membentuk topologi jaringan dengan konsep area 0 sebagai router *backbone*. Untuk

pengguna akhir pada *PC client* dan *server* menggunakan kabel fast ethernet yang terhubung dengan router.

2.2 Multi 3 area OSPF

Penelitian skenario kedua adalah menggunakan 3 area OSPF yang dijelaskan pada gambar 5 berikut:



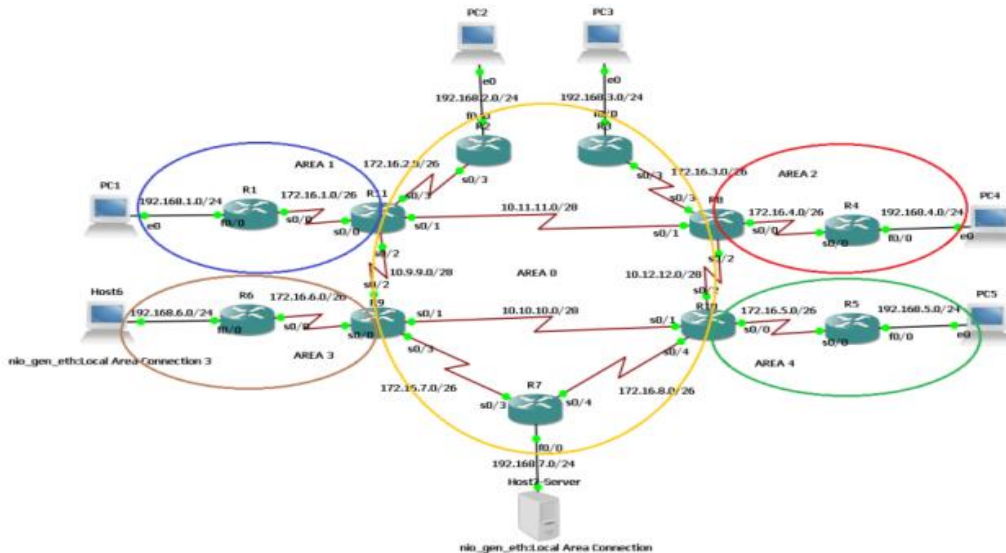
Gambar 5. Skenario 3 area OSPF

Gambar 5 diatas menjelaskan konsep dari penelitian untuk 3 area OSPF dengan menggunakan 11 router dan 7 PC dimana untuk 1 PC sebagai server pada *host 7* area 0, dan sisanya yaitu 6 PC sebagai *client*. Semua router saling terhubung dengan kabel serial dan membentuk topologi jaringan seperti yang terlihat pada gambar 5. Untuk pengguna akhir pada PC *client* dan *server* menggunakan kabel fast ethernet yang terhubung dengan router. Pada gambar 5 diatas menggunakan konsep 3 area OSPF yaitu area 0, area 1, dan area 2. Untuk area 0

terdapat 3 router *backbone* yang saling terhubung sebagai sentral untuk area backbone pada *server*. Sedangkan area 1 dan area 2 merupakan router internal dan router ABR.

2.3 Multi 5 area OSPF

Pengujian pada penelitian skenario ketiga adalah menggunakan 5 area OSPF yang dijelaskan pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Skenario 5 area OSPF

Gambar 6 diatas menjelaskan konsep dari penggunaan 5 area OSPF dimana terdapat 11 router dan 7 PC. Terdapat 1 PC sebagai *server* pada *host 7* area 0 dan sisanya 6 sebagai *client*. Semua router saling terhubung dengan kabel serial dan membentuk topologi jaringan seperti yang terlihat pada keterangan gambar 6. Pengguna akhir pada PC *client* dan *server* menggunakan kabel fast ethernet yang terhubung dengan router. Pada gambar 6 diatas menggunakan konsep 5 area OSPF yaitu area 0, area 1, area 2, area 3, dan area 4. Area 0 terdapat 3 router yang saling terhubung sebagai sentral untuk area *backbone* pada *server*. Area 1, area 2, area 3, dan area 4 merupakan router *internal* dan ABR, terdapat 1 router pada masing-masing area untuk router internal dan 1 router area untuk router ABR yang terhubung dengan menggunakan konsep *load balancing* terhadap router *backbone* pada area 0.

Proses selanjutnya adalah melakukan uji *ping* terhadap *server*. Proses ini menguji terkoneksiya jaringan yang dirancang sesuai dengan skenario penelitian. Apabila uji koneksi berhasil, maka proses dilanjutkan dengan menganalisis hasil uji koneksi. Apabila uji koneksi gagal, maka proses kembali merancang dan mengkonfigurasi skenario penelitian. Proses selanjutnya adalah menganalisis hasil *ping*. Pada tahap ini, hasil uji koneksi dianalisis berdasarkan parameter penelitian yaitu *latency* dan perhitungan *throughput*. Dari analisis tersebut menghasilkan proses data analisis. Pada tahap ini data analisis yang menjadi kesimpulan dari penelitian ini.

2.4 Tahapan Pengujian

Pada tahapan pengujian ini merupakan alur yang digunakan untuk mengetahui performansi pada skenario

penelitian yang dilakukan. Berikut adalah alur dari tahapan pengujian:

1. Melakukan uji *ping* dilakukan terhadap 1 obyek PC ke server dengan trafik data 32 Byte, 20 KByte dan 65 KByte. Terdapat gangguan beban trafik data oleh ke 5 PC melakukan uji *ping* ke *server* secara terus menerus. Menguji koneksi dilakukan pada setiap penelitian.
2. Mencatat hasil performansi untuk parameter *latency* dan perhitungan *throughput* dari hasil uji koneksi.
3. Mengolah hasil performansi untuk setiap penelitian ke dalam bentuk excel serta membuat dalam bentuk grafik.
4. Membandingkan hasil performansi dari setiap penelitian antara *single* area OSPF, multi area 3 OSPF, dan multi 5 area OSPF.

2.5 Perangkat Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa perangkat untuk melakukan uji penelitian, yaitu:

TABEL I. PERANGKAT PENDUKUNG

Spesifikasi	Perangkat	Perangkat Lunak
Server	1 PC	OS Windows
Topologi	1 PC	GNS3 1.3.13
Client	1 PC	OS Linux Ubuntu
Perangkat tambahan	1 USB Adapter 100 Mbps	
	2 Kabel UTP Crossover	

Pada Tabel I menjelaskan perangkat yang digunakan untuk penelitian. Pada penelitian membutuhkan 3 PC yaitu PC *server*, PC *client*, dan PC topologi. Pada PC server menggunakan OS Windows, PC client menggunakan OS Linux Ubuntu, dan PC topologi sebagai media jaringan pada skenario penelitian yang menghubungkan PC client ke server. Dalam menghubungkan ketiga fungsi PC tersebut menggunakan perangkat tambahan yaitu 2 kabel UTP *crossover* dan 1 USB *Adapter* 100 Mbps sebagai fungsi kartu jaringan tambahan pada PC topologi.

2.6 Konfigurasi IP

IP (*Internet Protocol*) merupakan mekanisme pengalaman dalam sebuah jaringan. Penerapan IP dalam jaringan komputer merupakan hal yang penting karena IP berperan sebagai protokol pengalaman perangkat jaringan dalam komunikasi data. Mekanisme pengalaman yang digunakan pada penelitian ini menggunakan IPv4. Penggunaan IPv4 cukup sederhana karena jumlah bit yang digunakan sebanyak 32 bit. Sehingga konsep pengalaman tersebut digunakan pada saat merancang jaringan untuk digunakan pada skenario jaringan OSPF *single area*, tiga area, dan lima area.

TABEL II. TABEL PENGALAMATAN IP

Perangkat	Interface	Alamat IP	Subnet Mask	Perangkat	Interface	Alamat IP	Subnet Mask	
R1	f0/0	192.168.1.1	/24	R9	s0/0	172.16.16.9	/26	
	s0/0	172.16.1.1	/26		s0/1	10.10.10.9	/28	
R2	f0/0	172.16.2.1	/24		s0/2	10.9.9.9	/28	
	s0/3	172.16.2.2	/26		s0/3	172.16.7.9	/26	
R3	f0/0	192.168.4.1	/24		R10	s0/0	172.16.5.10	/26
	s0/3	172.16.4.4	/26			s0/1	10.10.10.10	/28
R4	f0/0	192.168.4.1	/24	s0/2		10.12.12.10	/28	
	s0/0	172.16.4.4	/26	s0/4		172.16.8.10	/26	
R5	f0/0	192.168.5.1	/24	R11	s0/0	172.16.1.11	/26	
	s0/0	172.16.5.5	/26		s0/1	10.11.11.11	/28	
R6	f0/0	192.168.6.1	/24		s0/2	10.9.9.11	/28	
	s0/0	172.16.6.6	/26		s0/3	172.16.2.11	/26	
R7	f0/0	192.168.7.1	/24	PC1	e0	192.168.1.2	/24	
	s0/4	172.16.8.7	/26	PC2	e0	192.168.2.2	/24	
	s0/3	172.16.7.7	/26	PC3	e0	192.168.3.2	/24	
R8	s0/0	172.16.4.8	/26	PC4	e0	192.168.4.2	/24	
	s0/1	10.11.11.8	/28	PC5	e0	192.168.5.2	/24	
	s0/2	10.12.12.8	/28	PC6	e0	192.168.6.2	/24	
	s0/3	172.16.3.8	/26	PC7	e0	192.168.7.2	/24	

Tabel II diatas merupakan pengalaman yang digunakan pada skenario penelitian yaitu untuk mengamati jaringan OSPF dengan menerapkan konsep *single area* OSPF pada gambar 4, multi 3 area OSPF pada gambar 5, dan multi 5 area OSPF pada gambar 6. Pada pengalaman perangkat menggunakan *subnet mask* /24 atau 255.255.255.0, /26 atau 255.255.255.192, dan /28 atau 255.255.255.240. Pada penggunaan skenario jaringan OSPF dengan menggunakan konsep 3 area dan 5 area seperti yang terlihat pada keterangan gambar 5 dan 6, nilai subnet mask dengan *prefix* /28 digunakan khusus untuk jaringan OSPF dengan area 0. Sedangkan penggunaan nilai *prefix* /24 pada ketiga konsep area OSPF hanya digunakan pada saat menghubungkan router dengan komputer (PC).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan uji koneksi setiap PC ke server. Terdapat gangguan beban trafik dari PC lain pada emulator GNS3 (VPCS) dengan metode yang sama, yaitu uji koneksi ke PC server. Uji koneksi dilakukan sebanyak 54 kali dengan 3 skenario yaitu *single area* OSPF, tiga area OSPF, dan lima area OSPF.

3.1 Latency

Latency adalah sebuah ukuran yang menyatakan waktu yang diperlukan bagi sebuah data untuk berpindah dari perangkat sumber ke perangkat penerima. Hasil data *latency* dari skenario pertama adalah *single area* OSPF dengan ukuran trafik data sebesar 32 byte, 20.000 byte, dan 65.000 byte ditampilkan dalam tabel 3 berikut:

TABEL III. LATENCY PADA SINGLE AREA OSPF

PC	32 Byte	20.000 Byte	65.000 Byte
PC 1	31.549 ms	438.308 ms	1456.888 ms
PC 2	31.607 ms	437.697 ms	1448.861 ms
PC 3	29.060 ms	439.289 ms	1392.057 ms
PC 4	29.375 ms	435.821 ms	1400.591 ms
PC 5	27.789 ms	428.774 ms	1371.207 ms
PC 6	35.552 ms	442.174 ms	1405.030 ms
Rata-rata	30.882 ms	437.011 ms	1412.439 ms

Pada Tabel III diatas menjelaskan hasil data yang didapatkan dari nilai *latency* untuk skenario pertama yaitu *single area* OSPF. Pemberian trafik data sebesar 32 Byte untuk komunikasi antara PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, dan PC6 ke *server* menghasilkan rata-rata nilai *latency* sebesar 30,882 ms. Sedangkan ketika trafik data dinaikkan sebesar 20.000 Byte nilai rata-rata *latency* meningkat menjadi 437,011 ms. Begitupula ketika digunakan trafik data sebesar 65.000 Byte yang dihasilkan rata-rata nilai *latency* yaitu sebesar 1412,439 ms.

Hasil data *latency* dari skenario kedua adalah tiga area OSPF dengan besaran trafik data 32 Byte, 20 KByte, dan 65 KByte ditampilkan dalam tabel 4 berikut:

TABEL IV. NILAI LATENCY PADA TIGA AREA OSPF

PC	32 Byte	20.000 Byte	65.000 Byte
PC 1	26.279 ms	432.857 ms	1425.185 ms
PC 2	29.024 ms	434.719 ms	1420.681 ms
PC 3	27.531 ms	434.980 ms	1382.031 ms
PC 4	26.287 ms	434.030 ms	1378.699 ms
PC 5	31.186 ms	434.089 ms	1374.693 ms
PC 6	46.579 ms	438.406 ms	1413.181 ms
Rata-rata	31.148 ms	435.514 ms	1399.078 ms

Pada Tabel IV diatas menjelaskan hasil pengujian nilai *latency* pada penggunaan skenario tiga area OSPF. Ketika ukuran data masih 32 Byte didapatkan rata-rata nilai *latency* sebesar 31,148 ms. Kemudian untuk ukuran data sebesar 20.000 Byte didapatkan rata-rata nilai *latency* sebesar 435,514 ms. Nilai *latency* terbesar didapatkan pada saat

penggunaan ukuran data 65.000 Byte yang menghasilkan rata-rata nilai *latency* sebesar 1399,078 ms.

Hasil data *latency* dari skenario ketiga adalah penggunaan lima area OSPF dengan beban trafik data 32 Byte, 20 KByte, dan 65 KByte ditampilkan dalam tabel 5 berikut:

TABEL V. NILAI *LATENCY* PADA LIMA AREA OSPF

PC	32 Byte	20.000 Byte	65.000 Byte
PC 1	31.479 ms	437.910 ms	1388.436 ms
PC 2	29.711 ms	432.762 ms	1407.211 ms
PC 3	26.849 ms	433.453 ms	1380.164 ms
PC 4	28.308 ms	436.784 ms	1373.995 ms
PC 5	29.608 ms	430.869 ms	1372.325 ms
PC 6	30.041 ms	438.005 ms	1389.977 ms
Rata-rata	29.340 ms	434.303 ms	1385.351 ms

Nilai rata-rata *latency* ketika dilakukan pengujian pada penggunaan skenario jaringan OSPF lima area didapatkan hasil 29,340 ms pada saat trafik data sebesar 32 byte. Ketika menggunakan ukuran data sebesar 434.340 ms yaitu sebesar 434,303 ms, dan untuk ukuran data tersebut yaitu 65.000 byte didapatkan nilai rata-rata *latency* sebesar 1385,351 ms.

Dengan menggunakan data pengujian nilai *latency* untuk tiga skenario area OSPF yang berbeda didapatkan hasil bahwa penggunaan konsep lima area mempunyai nilai *latency* yang terkecil dibandingkan dengan konsep tiga area atau *single* area. Hal ini bisa dilihat ketika mempertukarkan data dengan ukuran 65.000 byte, dimana untuk satu area, tiga area, dan lima area, berturut-turut menghasilkan nilai *latency* sebesar 1412,439 ms, 1399,078 ms, dan 1385,35 ms. Penggunaan konsep multi-area ternyata memperbaiki performansi jaringan dilihat dari penggunaan nilai *latency*. Dengan menggunakan konsep multi-area, ukuran paket *update* OSPF yang berisi informasi alamat network dalam jaringan OSPF akan dibuat semakin kecil, karena sudah dibatasi menggunakan konsep area. Berbeda dengan hanya menggunakan konsep area tunggal yaitu satu area.

3.2 Throughput

Throughput adalah sebuah ukuran tentang berapa banyak data yang bisa dialirkan dalam sebuah media per satuan waktu. Satuan dalam *throughput* adalah bps (*bit per second*). Pada perhitungan *throughput* kali ini satuan yang digunakan adalah Mbps. Perhitungan *throughput* didapatkan berdasarkan hasil perhitungan ukuran data dibagi oleh waktu (*latency*). (Nugroho, 2016)

Hasil data *throughput* pada penggunaan skenario pertama adalah *single* area OSPF dengan trafik data 32 Byte, 20.000 Byte, dan 65.000 Byte ditampilkan dalam tabel 6 berikut:

TABEL VI. *THROUGHPUT* PADA *SINGLE* AREA OSPF

PC	32 Byte	20.000 Byte	65.000 Byte
PC 1	0.0081 Mbps	0.3650 Mbps	0.3569 Mbps
PC 2	0.0081 Mbps	0.3655 Mbps	0.3589 Mbps
PC 3	0.0088 Mbps	0.3642 Mbps	0.3735 Mbps
PC 4	0.0087 Mbps	0.3671 Mbps	0.3713 Mbps
PC 5	0.0092 Mbps	0.3732 Mbps	0.3792 Mbps
PC 6	0.0072 Mbps	0.3618 Mbps	0.3701 Mbps
Rata-rata	0.0084 Mbps	0.3662 Mbps	0.3683 Mbps

Hasil perhitungan nilai *throughput* akan didapatkan dari hasil nilai *latency* pada pengujian sebelumnya. Dengan menggunakan persamaan untuk menghitung nilai *throughput* pada persamaan (1) diperoleh kesimpulan bahwa dengan semakin kecil nilai *latency*, akan dihasilkan nilai *throughput* yang semakin besar. Hal ini juga bisa dilihat dari hasil pengujian untuk nilai *throughput* pada penggunaan konsep area tunggal. Nilai *throughput* ketika digunakan ukuran data 32 Byte, 20.000 Byte, dan 65.000 Byte berurut-turut adalah sebesar 0,0084 Mbps, 0,3662 Mbps, dan 0,3683 Mbps.

Hasil data *throughput* dari skenario kedua yaitu dengan menggunakan tiga area OSPF dengan beban trafik data 32 Byte, 20.000 Byte, dan 65.000 Byte ditampilkan dalam Tabel VII berikut:

TABEL VII. *THROUGHPUT* PADA TIGA AREA OSPF

PC	32 Byte	20.000 Byte	65.000 Byte
PC 1	0.0097 Mbps	0.3696 Mbps	0.3649 Mbps
PC 2	0.0088 Mbps	0.3681 Mbps	0.3660 Mbps
PC 3	0.0093 Mbps	0.3678 Mbps	0.3763 Mbps
PC 4	0.0097 Mbps	0.3653 Mbps	0.3772 Mbps
PC 5	0.0082 Mbps	0.3686 Mbps	0.3783 Mbps
PC 6	0.0055 Mbps	0.3650 Mbps	0.3680 Mbps
Rata-rata	0.0086 Mbps	0.3674 Mbps	0.3718 Mbps

Hasil yang didapatkan juga tidak berbeda jauh ketika digunakan konsep tiga area OSPF. Nilai *throughput* ketika digunakan ukuran trafik data sebesar 32 Byte, 20.000 Byte, dan 65.000 Byte berturut-turut adalah 0,0086 Mbps, 0,3674 Mbps, dan 0,3718 Mbps. Nilai *throughput* lebih cenderung mengecil dengan penggunaan ukuran data yang besar.

Hasil data *throughput* dari skenario ketiga yaitu menggunakan jaringan OSPF dengan menerapkan konsep lima area untuk ukuran trafik data 32 Byte, 20.000 Byte, dan 65.000 Byte ditunjukkan pada keterangan tabel 8 berikut:

TABEL VIII. *THROUGHPUT* PADA LIMA AREA OSPF

PC	32 Byte	20.000 Byte	65.000 Byte
PC 1	0.0081 Mbps	0.3654 Mbps	0.3745 Mbps
PC 2	0.0086 Mbps	0.3691 Mbps	0.3695 Mbps
PC 3	0.0095 Mbps	0.3663 Mbps	0.3768 Mbps
PC 4	0.0090 Mbps	0.3671 Mbps	0.3785 Mbps
PC 5	0.0086 Mbps	0.3713 Mbps	0.3789 Mbps
PC 6	0.0085 Mbps	0.3653 Mbps	0.3741 Mbps
Rata-rata	0.0087 Mbps	0.3679 Mbps	0.3754 Mbps

Hasil dari perhitungan nilai *throughput* pada penggunaan skenario lima area OSPF tidak jauh berbeda dengan menggunakan dua skenario jaringan OSPF yang lain. Ketika

digunakan ukuran data 32 Byte, 20.000 Byte, dan 65.000 Byte diperoleh nilai *throughput* sebesar 0,0087 Mbps, 0,3679 Mbps, dan 0,3754 Mbps. Jika digunakan acuan ukuran trafik data 20.000 byte, nilai *throughput* terbaik didapatkan ketika menggunakan konsep lima area OSPF yaitu sebesar 0,3679 Mbps. Selain terdapat perbaikan dari sisi *latency*, penggunaan konsep *multi-area* menghasilkan nilai *throughput* yang juga lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan konsep area tunggal (*single area* OSPF).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian terhadap penggunaan skenario *multi-area* OSPF dimana parameter pengamatan yang digunakan adalah *latency* dan *throughput* didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengambilan contoh ukuran trafik data yaitu sebesar 65.000 Byte yang untuk mengetahui performansi jaringan dari skenario penelitian *single area* OSPF, tiga area OSPF, dan lima area OSPF diperoleh hasil bahwa penggunaan konsep jaringan OSPF dengan menerapkan lima area memiliki performansi yang paling baik dibandingkan jika digunakan konsep *multi-area* dengan jumlah area lebih dari lima yaitu menghasilkan nilai *latency* sebesar 1385,351 ms dan *throughput* sebesar 0,3754 Mbps.
2. Pada penggunaan ukuran trafik data sebesar 65.000 byte terjadi penurunan nilai *latency* antara *single area* OSPF terhadap tiga area OSPF dan *single area* OSPF terhadap lima area OSPF berturut-turut sebesar 0,945% dan 1,917%. Begitupula dengan nilai *throughput* terjadi peningkatan nilai antara *single area* OSPF terhadap tiga area OSPF dan *single area* OSPF terhadap lima area OSPF sebesar 0,95% dan 1,927%.

DAFTAR PUSTAKA

- Moonlight, L.S., & Suhardi, Suhardi. (2011). Pengaruh model jaringan terhadap optimasi routing Open Shortest Path First (OSPF). Jurnal Ilmiah Sistem Informasi, Vol 1, No.2.
- Negara, R.M., & Tulloh, Rohmat. (2017). Analisis Simulasi Penerapan Algoritma OSPF Menggunakan RouteFlow pada Jaringan Software Defined Network (SDN). Jurnal INFOTEL, Vol 9, No 1.
- Nugroho, K. (2016). Router Cisco & Mikrotik IP Routing Menggunakan Cisco & Mikrotik Dalam Teori & Praktik. Bandung: Informatika.
- Nugroho, K. (2016). Jaringan Komputer Menggunakan Pendekatan Praktis. Kebumen: Media Tera.
- Prasetyanto, A.D.M. (2016). Analisis Perbandingan Routing Protokol OSPF Single Area dan Multiple Area Pada jaringan Wired. Tugas Akhir. Universitas Sanata Dharma.
- Rahmiati, Pauline. (2014). Perancangan dan Analisis Perbandingan Implementasi OSPF pada Jaringan IPv4 dan IPv6. Jurnal ELKOMIKA, Vol 2, No 1.
- Setiawan, Agus. (2015). CCNA Lab Guide Exam. Bandung: NixtrainStore.
- Sofana, I. (2012). Cisco CCNP dan Jaringan Komputer. Bandung: Informatika.
- Thomas. (2003). OSPF Network Design Solutions, 2nd edition. Indianapolis: Cisco Press.