

ANALISIS PERBANDINGAN *ROUTING OSPF SINGLE AREA* DAN *MULTI AREA* MENGGUNAKAN *CISCO PACKET TRACER*

Rohit Jhon Lamtama Purba^{1*}, Yeremia Setya Maharman Gurning², Josua Anugrah Deo Tampubolon³, Dedy Kiswanto⁴

Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia¹

Email*: purbarohit32@gmail.com,

Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia²

Email²: yeregurning134@gmail.com,

Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia³

Email³: josuatampubolon30@gmail.com,

Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia⁴

Email⁴: dedykiswanto@unimed.ac.id

(*) *Corresponding Author*

ABSTRAK

Jaringan komputer merupakan elemen krusial dalam mendukung pertukaran data secara elektronik dan real-time di berbagai organisasi. Salah satu protokol routing yang umum digunakan adalah OSPF (Open Shortest Path First), yang dikenal dengan efisiensi dan kecepatan konvergensinya. OSPF dapat dikonfigurasi dalam dua jenis utama, yaitu single area dan multi area, yang masing-masing memiliki karakteristik serta kelebihan tersendiri. Namun, masih terdapat keterbatasan informasi terkait perbandingan performa antara keduanya dalam konteks implementasi jaringan. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja *OSPF Single Area* dan *Multi Area* melalui simulasi di *Cisco Packet Tracer*, untuk memberikan rekomendasi sesuai skala jaringan. Metode yang digunakan adalah membangun dua *topologi* setara dengan 15 router: *Single Area* (*Area 0*) dan *Multi Area* (*Area 0, 1, 2*), lalu menganalisis waktu konvergensi, ukuran *LSDB*, jumlah *LSA*, *latency*, dan kompleksitas *tabel routing*. Hasil menunjukkan *Single Area* lebih cocok untuk jaringan kecil (<10 router), sedangkan *Multi Area* lebih unggul untuk jaringan besar (>10 router). Kesimpulannya, *Single Area* disarankan untuk jaringan sederhana, sementara *Multi Area* lebih tepat untuk jaringan besar dengan perencanaan area yang matang.

Kata kunci: Cisco Packet Tracer, Kinerja Jaringan, Multi area, OSPF, Single area

ABSTRACT

Computer networks are a crucial element in supporting electronic and real-time data exchange within various organizations. One of the commonly used routing protocols is OSPF (Open Shortest Path First), known for its efficiency and fast convergence. OSPF can be configured in two main types: single area and multi area, each with its own characteristics and advantages. However, there is still limited information regarding the performance comparison between the two in the context of network implementation. This research aims to compare the performance of *OSPF Single Area* and *Multi Area* through simulation in *Cisco Packet Tracer*, to provide recommendations based on network scale. The method used involves building two topologies with 15 routers: *Single Area* (*Area 0*)

and Multi Area (Areas 0, 1, 2), then analyzing convergence time, LSDB size, the number of LSA, latency, and routing table complexity. The results show that Single Area is more suitable for small networks (<10 routers), while Multi Area is superior for large networks (>10 routers). In conclusion, Single Area is recommended for simple networks, while Multi Area is more appropriate for large networks with careful area planning.

Keyword: Cisco Packet Tracer, Network Performance, Multi area, Single area

1. PENDAHULUAN

Jaringan komputer kini menjadi kebutuhan penting bagi organisasi untuk mendukung pengiriman data secara elektronik dan *real-time*. Karena itu, peran *network engineer* yang berkaitan dengan *server*, *switch*, *firewall*, dan *router* sangat diperlukan. Salah satu fungsi utama *router* adalah melakukan pemilihan jalur dalam proses pengiriman data dari *source* menuju *destination* menggunakan jalur terpendek atau *best path* [1]. Perkembangan internet juga merupakan salah satu sarana utama dalam pertukaran informasi dan data, di mana *software* dan *hardware* disetel untuk melakukan *routing* dan *forwarding* informasi [2].

Routing adalah proses pemilihan jalur di *jaringan* yang digunakan untuk mengirimkan paket data ke alamat tujuan. *Router* membuat keputusan *routing* berdasarkan *IP address* tujuan dari paket [3]. Dalam mengatur protokol *routing OSPF* diperlukan sebuah *ASN (Autonomous System Number)* yang sama dikarenakan protokol ini hanya digunakan untuk menggabungkan *routing* pada satu *AS* atau instansi [4]. *OSPF* merupakan protokol *link-state* terbuka yang efektif dalam memperbarui informasi rute menggunakan algoritma *Shortest Path First (SPF)* yang dikembangkan dari algoritma *Dijkstra* [5].

Dibandingkan dengan *RIP*, *OSPF* memiliki waktu *konvergensi* yang lebih cepat, yaitu *timer mati default* selama 40 detik [6]. *OSPF* juga dikenal menggunakan *bandwidth* cukup tinggi, namun tetap efisien dalam penggunaan *memori* karena *database*-nya menyesuaikan jumlah *area* [7]. Proses pemilihan rute terbaik dilakukan melalui pertukaran informasi antardevais yang dikenal dengan *LSA (Link State Advertisement)* [8].

OSPF single area merupakan salah satu jenis *routing OSPF* yang dimana hanya terdapat area 0 atau area backbone, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua entri dari perangkat ada di satu database yang sama. Berbeda dengan single area, pada *OSPF multi area* terdapat lebih dari satu area pada topologi jaringan, yaitu area 0 dan area lainnya. Disini area 0 (backbone) masih berfungsi sebagai pusat dalam perutean paket. Pada *OSPF multi area*, jumlah database menyesuaikan dengan jumlah area yang ada, yang berarti isi dari database hanyalah entri dari perangkat yang berada pada area itu saja [9].

Meskipun *OSPF* banyak digunakan, masih terdapat kurangnya informasi yang jelas mengenai perbandingan performa antara *OSPF single area* dan *multi area*. Kedua jenis konfigurasi tersebut memiliki karakteristik dan keunggulan masing-masing. Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisis yang mendalam untuk mengetahui kelebihan serta kekurangan dari masing-masing metode *routing* dalam konteks kinerja *jaringan*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan performa antara *routing OSPF single area* dan *multi area* menggunakan *Cisco Packet Tracer*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas kepada para pembaca serta membantu para perancang *jaringan* dalam membuat keputusan *konfigurasi OSPF* yang optimal berdasarkan kebutuhan dan skala *jaringan* mereka.

Cisco Packet Tracer adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *Cisco* dan digunakan sebagai alat simulasi *jaringan*. Program ini memungkinkan pengguna untuk merancang model *jaringan* komputer serta menjalankan simulasi dari *jaringan* tersebut.[10].

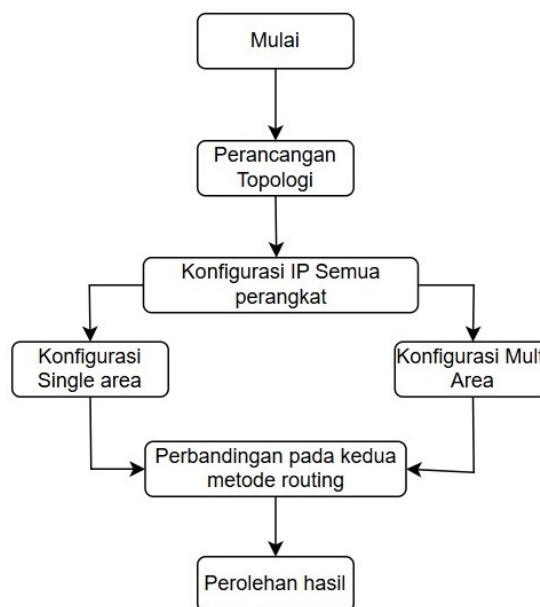
Dengan identifikasi dan analisis yang dilakukan, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan dan penerapan teknologi *jaringan* berbasis *OSPF*.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental berbasis simulasi untuk membandingkan performa *OSPF single area* dan *multi area*. Simulasi dilakukan di *Cisco Packet Tracer* dengan dua topologi jaringan yang setara dalam jumlah perangkat dan struktur. Perbedaannya terletak pada konfigurasi *area*: topologi pertama menggunakan *OSPF single area* (seluruh *router* dalam *area 0*), sedangkan topologi kedua menerapkan *OSPF multi area* (15 *router* dibagi ke *area 0*, 1, dan 2, dengan beberapa *router* sebagai *ABR*).

Perangkat simulasi mencakup *router 2911*, *switch 2950-24*, dan *PC/Laptop* untuk uji konektivitas, dijalankan pada *Cisco Packet Tracer* versi terbaru di *Windows*. Simulasi dilakukan dalam *real-time* dan *Simulation Mode* untuk memantau lalu lintas *OSPF*, seperti paket *hello*, *LSA*, dan pembentukan *adjacency*.

Pengujian difokuskan pada parameter: waktu konvergensi setelah perubahan topologi, jumlah dan jenis paket *LSA*, ukuran *LSDB*, serta lalu lintas internal *OSPF*. Data dikumpulkan dari hasil *ping*, *log routing*, jumlah paket *OSPF*, dan struktur *LSDB*, lalu dianalisis secara *deskriptif kuantitatif* untuk menentukan konfigurasi yang paling efisien bagi jaringan kecil maupun besar. Adapun diagram alir dari pengerjaan *project* adalah sebagai berikut:



Gambar 1: Diagram alir penelitian

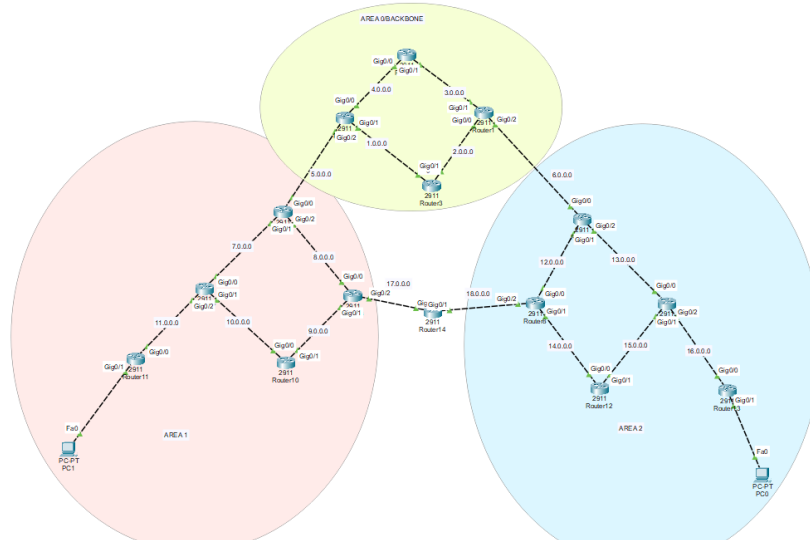
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukannya perancangan, diperoleh rancangan topologi jaringan pada *routing OSPF* yang melibatkan 15 *router*, dan 2 *PC* sebagai alat pengujian. Tentunya

untuk perangkat yang digunakan pada *single area* dan *multi area* menggunakan perangkat yang sama, guna memudahkan peneliti dalam meneliti. Adapun rancangan topologi *routing multi area* dan *single area* adalah sebagai berikut:

Perancangan Routing OSPF Multi Area

Untuk gambar perancangan topologi jaringan dapat dilihat pada gambar 2, tahap awal yaitu dilakukannya perancangan pada topologi dengan *routing OSPF multi area* seperti yang terlihat pada gambar 2.

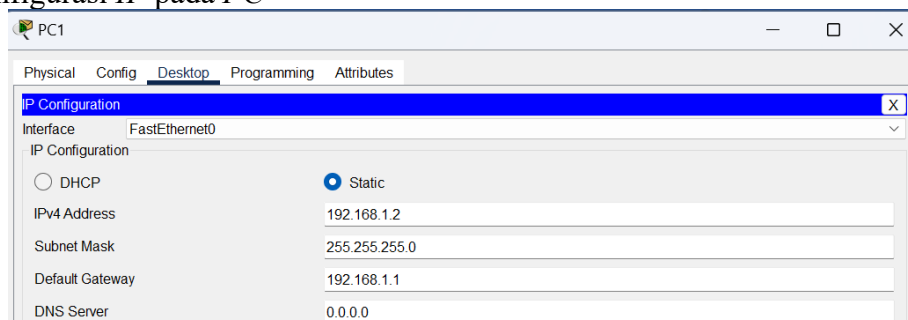


Gambar 2. Gambar topologi *routing OSPF Multi Area*

Seperti yang terlihat pada gambar, berikut adalah rangkaian topologi *routing OSPF Multi Area*, dimana terdapat 15 *router* yang digunakan. 4 *router* yang berada pada *area 0* yang berperan sebagai *backbone*, 5 *router* berada pada *area 1* dan 5 *router* lainnya berada pada *area 2*. Setelah dilakukannya perancangan topologi, dilakukan *konfigurasi* pada masing-masing *router* baik itu *konfigurasi IP* maupun *konfigurasi routing OSPF*.

Konfigurasi IP

1. Konfigurasi *IP* pada *PC*



Gambar 3: *Konfigurasi IP* pada *PC*

2. Konfigurasi *IP* pada *router*

```
Router>enable
Router#
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 1.1.1.2 255.0.0.0
Router(config-if)#ip address 1.1.1.2 255.255.255.224
Router(config-if)#no shutdown
```

Gambar 4. Konfigurasi IP pada router

Dilakukan juga konfigurasi pada router, seperti yang terlihat pada gambar, untuk subnet yang digunakan adalah /27, yang mana subnet mask-nya adalah 255.255.255.224. Pemberian subnet /27 di sini dikarenakan menyesuaikan dengan jumlah router yang digunakan. Pada subnet /27 akan terdapat 32 alamat IP, yang mana 1 IP akan berperan sebagai network dan satu lagi berperan sebagai broadcast, yang dimana akan ada 30 alamat IP yang dapat digunakan. Dan tentunya akan sesuai dengan jumlah router yang digunakan.

Konfigurasi OSPF

Setelah dilakukannya konfigurasi IP pada setiap perangkat, dilakukan juga konfigurasi OSPF yang menjadi inti pada penelitian kali ini. Berikut adalah langkah-langkah konfigurasi routing OSPF pada masing-masing router.

```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 0
Router(config-router)#write
```

Gambar 5. Konfigurasi OSPF masing masing router

Sebelumnya perlu dilakukan aktivasi routing OSPF dengan perintah *router ospf* lalu disusul dengan *process ID*, lalu setelahnya dilakukan pemberian *router-id* untuk memudahkan pengujian dalam mengetahui urutan routing OSPF pada semua perangkat. Namun pemberian *router-id* di sini bersifat opsional. Lalu konfigurasi dilanjutkan dengan memasukkan perintah *network <IP network> <wild card mask>*. Wild card mask di sini adalah kebalikan dari IP dari subnet yang digunakan. Misalnya, ketika menggunakan subnet /24 dengan subnet mask 255.255.255.0, maka wild card mask-nya adalah 0.0.0.255. Setelahnya dilakukan pemilihan area. Setelahnya dilakukan juga konfigurasi routing OSPF pada router lainnya untuk mengecek apakah perutean sudah dilakukan dengan benar atau tidak.

Pengujian konfigurasi OSPF

Setelahnya dilakukan beberapa pengujian yang bertujuan untuk melihat apakah konfigurasi sudah dilakukan dengan benar atau masih belum. Beberapa pengujian yang akan dilakukan seperti ping antar PC dan pengecekan jalur.

Berikut ping dari router ke PC terjauh pada area lain.

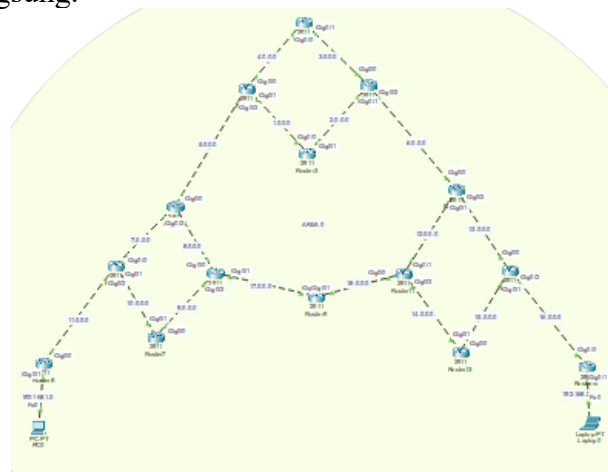
```
Router#ping 192.168.2.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 10/11/12 ms
```

Gambar 6. Hasil ping dari pc area 1 ke pc area 2

Konfigurasi Single Area OSPF

Pada tahap awal ini, konfigurasi yang dilakukan adalah skema *single area*, yaitu seluruh router berada dalam satu area OSPF yang sama. Area yang digunakan adalah Area 0, yang juga dikenal sebagai *backbone area* dalam arsitektur OSPF. Topologi jaringan yang digunakan terdiri dari 15 router yang saling terhubung sesuai dengan desain topologi yang telah dirancang sebelumnya menggunakan Cisco Packet Tracer. Setiap router memiliki satu atau lebih antarmuka (*interface*) yang dikonfigurasi dengan alamat IP yang berbeda, tergantung pada jaringan yang terhubung. Sebelum OSPF dikonfigurasi, semua *interface* terlebih dahulu diberikan IP address yang sesuai agar komunikasi antar-router dapat berlangsung.



Gambar 7. OSPF Single Area

Setelah konfigurasi IP selesai, proses konfigurasi OSPF dilakukan secara bertahap pada setiap router. Langkah pertama dalam konfigurasi OSPF adalah mengaktifkan proses routing OSPF dengan menggunakan perintah berikut pada mode konfigurasi global:

```
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#
```

Gambar 8. Konfigurasi global

Angka 1 di sini menunjukkan ID dari proses OSPF, dan dapat disesuaikan selama tidak bentrok dengan proses lain. Setelah proses routing OSPF aktif, langkah berikutnya adalah menetapkan Router ID. Router ID berfungsi sebagai identitas unik untuk masing-masing router dalam proses pertukaran informasi OSPF. Meskipun sistem dapat menetapkan Router ID secara otomatis berdasarkan IP tertinggi yang aktif, menentukannya secara manual dianjurkan untuk memudahkan identifikasi, terutama pada jaringan berskala besar. Penetapan Router ID dapat dilakukan dengan perintah:


```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#router-id 1.1.1.1
Router(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 0
```

Gambar 9. Konfigurasi OSPF

Penentuan *Router ID* dalam *OSPF* bersifat opsional, namun disarankan untuk memberikan identitas unik pada setiap *router*. Setelah itu, perintah *network* digunakan

```
Router#ping 15.0.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 15.0.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms
```

untuk mendefinisikan jaringan yang akan dijalankan *OSPF* dan *area* yang digunakan, yaitu *area 0*. *Konfigurasi* dilakukan dengan menentukan alamat jaringan, *wildcard mask*, dan *area* terkait. Dengan *konfigurasi* ini, *router* yang berada di *area 0* akan membentuk hubungan *neighbor* jika terkoneksi langsung dan memiliki *subnet* yang sesuai. *Router-router* tersebut kemudian bertukar informasi *link-state*, membangun *LSDB* yang identik, dan menghitung jalur terpendek ke seluruh tujuan jaringan. Setelah *konfigurasi* selesai, topologi diuji menggunakan *ping* untuk memastikan *OSPF Single Area* berjalan..

Gambar 10. Ping Routing OSPF berjalan

Konfigurasi OSPF pada masing-masing *router* dilakukan dengan prinsip yang sama, namun disesuaikan dengan *interface* dan jaringan yang dimilikinya. *Konfigurasi* ini memungkinkan terbentuknya jaringan dinamis yang otomatis memperbaharui rute ketika terjadi perubahan *topologi*, seperti kegagalan koneksi antar-*router*.

Perbandingan OSPF Single Area dan OSPF Multi Area

Setelah dilakukan *konfigurasi* dan *pengujian* terhadap jaringan dengan skema *OSPF single area* dan *OSPF multi area*, maka dilakukan analisis perbandingan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan di antara keduanya, baik dari segi struktur, performa, maupun kompleksitas implementasi.

1. Berdasarkan LSDB

Salah satu perbedaan paling mendasar antara *OSPF Single Area* dan *Multi Area* dapat diamati melalui hasil perintah *show ip ospf database*, yang menunjukkan isi dari *Link State Database (LSDB)* pada masing-masing *router*. *LSDB* merupakan kumpulan informasi *topologi* yang digunakan oleh *router OSPF* untuk menghitung jalur terpendek ke seluruh jaringan menggunakan algoritma *Dijkstra*. Pada *konfigurasi OSPF Single Area*, semua *router* berada dalam satu *area* yang sama (*Area 0*). Oleh karena itu, setiap *router* menerima dan menyimpan semua informasi *link-state* dari seluruh jaringan. Hal ini menyebabkan jumlah *LSA (Link State Advertisement)* yang tersimpan dalam *LSDB* menjadi cukup banyak. Dalam hasil tangkapan layar yang telah diperoleh, terlihat bahwa *router* menyimpan *LSA* tipe 1 dan tipe 2 dalam jumlah besar, menunjukkan bahwa setiap *router* memiliki pemahaman penuh terhadap keseluruhan *topologi* jaringan.

```
OSPF Router with ID (18.0.0.1) (Process ID 1)
```

Router Link States (Area 0)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
11.0.0.2	11.0.0.2	255	0x80000007	0x00b91a	3
18.0.0.1	18.0.0.1	254	0x80000007	0x00d9a	3
15.0.0.1	15.0.0.1	254	0x80000005	0x00c020	2
10.0.0.1	10.0.0.1	254	0x80000005	0x001ae4	2
17.0.0.2	17.0.0.2	254	0x80000007	0x00f5c5	3
13.0.0.2	13.0.0.2	255	0x80000007	0x00ecd3	3
192.168.1.1	192.168.1.1	254	0x80000004	0x0039e4	2
2.0.0.1	2.0.0.1	254	0x80000005	0x00e84e	2
6.0.0.2	6.0.0.2	254	0x80000007	0x0044bb	3
16.0.0.2	16.0.0.2	249	0x80000007	0x00d5d3	3
192.168.2.1	192.168.2.1	249	0x80000004	0x00607a	2
4.0.0.2	4.0.0.2	249	0x80000005	0x00150c	2
18.0.0.2	18.0.0.2	249	0x80000005	0x004b81	2
5.0.0.2	5.0.0.2	244	0x80000007	0x00fe05	3
8.0.0.2	8.0.0.2	260	0x80000007	0x006486	3

Net Link States (Area 0)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
17.0.0.1	18.0.0.2	260	0x80000001	0x00e6bc	
18.0.0.2	18.0.0.2	260	0x80000002	0x002077	
8.0.0.1	17.0.0.2	260	0x80000001	0x00a30a	
10.0.0.2	11.0.0.2	260	0x80000001	0x009322	
7.0.0.1	11.0.0.2	260	0x80000002	0x00e417	
5.0.0.1	8.0.0.2	260	0x80000001	0x00f0d5	
6.0.0.1	13.0.0.2	260	0x80000001	0x007e42	
13.0.0.1	16.0.0.2	260	0x80000001	0x00ddc1	
2.0.0.2	6.0.0.2	260	0x80000001	0x004e79	
15.0.0.2	16.0.0.2	255	0x80000002	0x00425f	
12.0.0.1	18.0.0.1	255	0x80000001	0x009029	
11.0.0.1	192.168.1.1	255	0x80000001	0x00c936	
1.0.0.2	5.0.0.2	255	0x80000001	0x00e494	
3.0.0.1	6.0.0.2	255	0x80000002	0x0013b8	
14.0.0.2	18.0.0.1	254	0x80000002	0x008032	
9.0.0.2	17.0.0.2	254	0x80000002	0x00dccc	
4.0.0.1	5.0.0.2	254	0x80000002	0x00596c	
16.0.0.1	192.168.2.1	254	0x80000001	0x00c32d	

Router#

Gambar 11. Database OSPF Single Area

Sebaliknya, pada *konfigurasi OSPF Multi Area*, jaringan dibagi ke dalam beberapa *area*. Router-router dalam satu *area* hanya menyimpan informasi *topologi* dari *area* itu saja. Untuk pertukaran informasi antar-*area*, digunakan *LSA* tipe 3 (*Summary LSA*) yang dikirimkan oleh *Area Border Router (ABR)*. Dari tangkapan layar pada *konfigurasi multi area*, terlihat adanya tambahan *LSA* tipe 3, yang berfungsi sebagai ringkasan rute dari *area* lain. Hal ini membuktikan bahwa *router* hanya menyimpan sebagian *topologi* jaringan, yang membuat *LSDB* menjadi lebih kecil dan efisien.

```
Router#show ip ospf database
OSPF Router with ID (3.3.3.4) (Process ID 1)
```

Router Link States (Area 2)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
5.5.5.5	5.5.5.5	57	0x80000002	0x00e122	1
3.3.3.4	3.3.3.4	52	0x80000005	0x001fc9	2
3.3.3.2	3.3.3.2	52	0x80000007	0x00b008	3
3.3.3.5	3.3.3.5	51	0x80000004	0x004d4a	2
3.3.3.3	3.3.3.3	47	0x80000007	0x005c5a	3
1.1.1.4	1.1.1.4	42	0x80000002	0x000333	1
3.3.3.1	3.3.3.1	50	0x80000007	0x00b81c	3

Net Link States (Area 2)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
15.0.0.1	3.3.3.4	52	0x80000001	0x00dfc9	
18.0.0.2	5.5.5.5	57	0x80000001	0x00b0e7	
12.0.0.1	3.3.3.2	52	0x80000001	0x0013b2	
6.0.0.1	3.3.3.1	52	0x80000001	0x00219e	
14.0.0.1	3.3.3.4	52	0x80000002	0x00bfed	
16.0.0.1	3.3.3.5	51	0x80000001	0x00e5c1	
13.0.0.1	3.3.3.3	51	0x80000001	0x00b8e6	

Summary Net Link States (Area 2)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
2.0.0.0	1.1.1.4	42	0x80000001	0x008ee5	
3.0.0.0	1.1.1.4	42	0x80000002	0x007ff2	
1.0.0.0	1.1.1.4	42	0x80000003	0x00a1d0	
4.0.0.0	1.1.1.4	42	0x80000004	0x0078f5	
5.0.0.0	1.1.1.4	32	0x80000005	0x0073f7	
7.0.0.0	1.1.1.4	32	0x80000006	0x006106	
8.0.0.0	1.1.1.4	32	0x80000007	0x005213	
10.0.0.0	1.1.1.4	31	0x80000008	0x004021	
9.0.0.0	1.1.1.4	31	0x80000009	0x004b16	
11.0.0.0	1.1.1.4	31	0x8000000a	0x002f2f	
17.0.0.0	1.1.1.4	31	0x8000000b	0x00de78	
192.168.1.0	1.1.1.4	22	0x8000000c	0x00c21a	

Gambar 12. Database OSPF Multi Area

2. Hasil Traceroute

Berdasarkan hasil *pengujian* menggunakan perintah *traceroute* pada topologi jaringan dengan *konfigurasi OSPF Single Area* dan *OSPF Multi Area*, berikut adalah

penjelasan dan kalimat yang dapat digunakan untuk artikel *jurnal* dalam membandingkan performa keduanya berdasarkan *latency* atau waktu tempuh antar-hop hingga mencapai tujuan.

Gambar pertama menunjukkan hasil *traceroute* dari jaringan *Single Area OSPF* menuju ke *IP* tujuan 192.168.2.2. Pada hasil tersebut, terlihat bahwa paket harus melalui 9 *hop* untuk mencapai tujuan. Meskipun waktu tempuh awal pada *hop* 1–6 masih berada di kisaran 0–1 msec, mulai dari *hop* 7 hingga *hop* 9 mengalami peningkatan *delay* yang signifikan hingga mencapai 21 msec, 12 msec, dan 14 msec.

```
Router#traceroute 192.168.2.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.2.2
```

1	11.0.0.2	0 msec	0 msec	0 msec
2	7.0.0.2	0 msec	0 msec	0 msec
3	5.0.0.2	1 msec	0 msec	0 msec
4	1.0.0.1	1 msec	0 msec	11 msec
5	3.0.0.1	0 msec	0 msec	1 msec
6	6.0.0.1	0 msec	0 msec	13 msec
7	13.0.0.1	14 msec	12 msec	13 msec
8	16.0.0.1	12 msec	0 msec	11 msec
9	192.168.2.2	21 msec	5 msec	14 msec

Gambar 13. Hasil *Traceroute OSPF Single Area* dari PC terjauh

Gambar di bawah menunjukkan hasil *traceroute* dari jaringan *Multi Area OSPF* menuju ke *IP* tujuan 192.168.2.3. Pada hasil ini, jumlah *hop* yang dilalui adalah 11 *hop*, menunjukkan sedikit lebih panjang jalurnya dibandingkan dengan *konfigurasi single area*. Namun, waktu tempuh pada beberapa *hop* seperti *hop* 3–6 mulai menunjukkan *delay* yang konsisten di atas 10 msec, bahkan mencapai 23 msec pada *hop* terakhir.

```
Router>en
Router#traceroute 192.168.2.3
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.2.3
```

1	16.1.1.2	0 msec	0 msec	0 msec
2	9.1.1.2	3 msec	0 msec	0 msec
3	7.1.1.2	0 msec	0 msec	3 msec
4	5.1.1.2	10 msec	0 msec	0 msec
5	1.1.1.2	12 msec	11 msec	12 msec
6	3.1.1.1	11 msec	0 msec	12 msec
7	6.1.1.1	0 msec	0 msec	13 msec
8	11.1.1.1	12 msec	0 msec	3 msec
9	13.1.1.1	21 msec	11 msec	12 msec
10	15.1.1.1	13 msec	11 msec	11 msec
11	192.168.2.3	12 msec	23 msec	12 msec

Gambar 14. Hasil *Traceroute OSPF Multi Area* dari PC terjauh

3. Routing Table

Dalam *konfigurasi Single Area*, seluruh *router* berada dalam satu *area OSPF* (biasanya *Area 0*). Hal ini menyebabkan semua rute dikenali sebagai rute *intra-area*, yang ditandai dengan awalan kode “O” pada setiap entri dalam *routing table*. Semua informasi *jaringan* disebarkan secara menyeluruh ke semua *router* tanpa adanya batasan *area*.

```
Router#show ip route ospf
1.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 1.0.0.0 [110/4] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
2.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 2.0.0.0 [110/4] via 18.0.0.1, 01:11:31, GigabitEthernet0/1
3.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 3.0.0.0 [110/4] via 18.0.0.1, 01:11:31, GigabitEthernet0/1
4.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 4.0.0.0 [110/4] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
5.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 5.0.0.0 [110/3] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
6.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 6.0.0.0 [110/3] via 18.0.0.1, 01:11:31, GigabitEthernet0/1
7.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 7.0.0.0 [110/3] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
8.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 8.0.0.0 [110/2] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
9.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 9.0.0.0 [110/2] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
10.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 10.0.0.0 [110/3] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
11.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 11.0.0.0 [110/4] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
12.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 12.0.0.0 [110/2] via 18.0.0.1, 01:51:52, GigabitEthernet0/1
13.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 13.0.0.0 [110/3] via 18.0.0.1, 01:10:06, GigabitEthernet0/1
14.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 14.0.0.0 [110/2] via 18.0.0.1, 01:51:36, GigabitEthernet0/1
15.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 15.0.0.0 [110/3] via 18.0.0.1, 01:51:36, GigabitEthernet0/1
16.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 16.0.0.0 [110/4] via 18.0.0.1, 01:51:52, GigabitEthernet0/1
O 192.168.1.0 [110/5] via 17.0.0.2, 01:10:06, GigabitEthernet0/0
O 192.168.2.0 [110/5] via 18.0.0.1, 01:51:52, GigabitEthernet0/1
```

Gambar 15. Table Routing Single Area OSPF

Sebaliknya, dalam *konfigurasi Multi Area*, jaringan dibagi menjadi beberapa *area* yang terhubung melalui *Area 0* sebagai tulang punggung (*backbone*). Router dalam *multi-area OSPF* tidak menyimpan informasi lengkap tentang jaringan di luar *area*-nya, melainkan hanya menerima ringkasan rute. Oleh karena itu, *routing table* pada konfigurasi ini berisi kombinasi entri “O” untuk rute *intra-area* dan “O IA” (*Inter-Area*) untuk rute yang berasal dari *area* lain.

```
Router#show ip route ospf
1.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 1.0.0.0 [110/2] via 5.0.0.2, 01:31:13, GigabitEthernet0/0
2.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 2.0.0.0 [110/3] via 5.0.0.2, 01:31:03, GigabitEthernet0/0
3.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 3.0.0.0 [110/3] via 5.0.0.2, 01:31:03, GigabitEthernet0/0
4.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 4.0.0.0 [110/2] via 5.0.0.2, 01:31:13, GigabitEthernet0/0
6.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 6.0.0.0 [110/4] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
9.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 9.0.0.0 [110/2] via 8.0.0.1, 01:31:13, GigabitEthernet0/2
10.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 10.0.0.0 [110/2] via 7.0.0.1, 01:31:13, GigabitEthernet0/1
11.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 11.0.0.0 [110/2] via 7.0.0.1, 01:31:13, GigabitEthernet0/1
12.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 12.0.0.0 [110/5] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
13.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 13.0.0.0 [110/5] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
14.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 14.0.0.0 [110/6] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
15.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 15.0.0.0 [110/6] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
16.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 16.0.0.0 [110/6] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
17.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O 17.0.0.0 [110/2] via 8.0.0.1, 01:31:13, GigabitEthernet0/2
18.0.0.0/27 is subnetted, 1 subnets
O IA 18.0.0.0 [110/6] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
O 192.168.1.0 [110/3] via 7.0.0.1, 01:31:13, GigabitEthernet0/1
O IA 192.168.2.0 [110/7] via 5.0.0.2, 01:01:25, GigabitEthernet0/0
```

Gambar 16. Table Routing Multi Area OSPF

Perbandingan Secara Ringkas

Tabel 1: Perbandingan *OSPF Single Area* dan *Multi Area* yang lainnya

Parameter	<i>OSPF Single Area</i>	<i>OSPF Multi Area</i>
Format <i>Routing</i>	Semua diawali dengan “O” (<i>Intra-Area</i>)	Ada “O” (<i>Intra-Area</i>) dan “O IA” (<i>Inter-Area</i>)
Skala <i>Topologi</i>	Kurang efisien jika <i>router</i> banyak	Lebih efisien untuk <i>topologi</i> besar
<i>LSDB Size per Router</i>	Semua <i>router</i> memiliki <i>LSDB</i> lengkap	<i>LSDB</i> hanya memuat <i>data area</i> masing-masing
Beban <i>CPU & Memory</i>	Lebih tinggi	Lebih ringan berkat ringkasan rute
Efisiensi <i>Routing</i>	Cepat namun boros sumber daya	Efisien secara struktur dan propagasi rute
<i>Kompleksitas Konfigurasi</i>	Lebih sederhana	Lebih kompleks (karena perlu area-area lain)

Penelitian menunjukkan perbedaan signifikan antara *OSPF Single Area* dan *Multi Area*. Pada *Single Area (Area 0)*, seluruh *router* menyimpan *LSDB* lengkap, menyebabkan ukuran *database* besar dan beban *CPU/memori* tinggi. Meskipun waktu *konvergensi* cepat karena tanpa ringkasan rute antar-*area*, *traceroute* menunjukkan peningkatan *latency* pada *hop* akhir (hingga 21 msec), kemungkinan akibat *tabel routing* padat dan frekuensi perhitungan *SPF* yang tinggi.

Sebaliknya, *OSPF Multi Area* membatasi *LSDB* pada *area* lokal, mengurangi beban sumber daya dan meningkatkan efisiensi propagasi rute melalui *LSA* tipe 3 dari *ABR*. Meskipun *hop traceroute* lebih banyak (11 *hop*) dan *latency* tertinggi 23 msec, strukturnya lebih skalabel dan cocok untuk *jaringan* besar. *Konfigurasi* lebih kompleks, namun sebanding dengan efisiensi manajemen rute.

Format *routing table* mencerminkan optimasi: *Single Area* hanya memuat rute *intra-area* (“O”), sedangkan *Multi Area* mencakup *intra-area* dan *inter-area* (“O IA”), mengurangi redundansi informasi. Pemilihan *konfigurasi* bergantung pada skala *jaringan*—*Single Area* untuk *jaringan* kecil, dan *Multi Area* untuk *jaringan* besar yang memerlukan efisiensi dan skalabilitas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian menggunakan *Cisco Packet Tracer* menunjukkan bahwa *OSPF Single Area* dan *Multi Area* memiliki keunggulan dan tantangan masing-masing tergantung skala *jaringan*. *OSPF Single Area* cocok untuk *jaringan* kecil (<10 *router*) karena *konfigurasi* sederhana, *konvergensi* cepat (12–15 detik), dan minim kompleksitas. Namun, pada *jaringan* besar (15 *router*), muncul kendala seperti *LSDB* besar (35–40 entri), beban *CPU* tinggi, dan *latency* meningkat hingga 21 msec akibat *tabel routing* padat (38–42 entri) dan perhitungan *SPF* berulang.

Sebaliknya, *OSPF Multi Area* lebih efisien untuk *jaringan* besar (>10 *router*) berkat pembagian *area* yang membatasi *LSDB* (12–15 entri lokal + 5–7 ringkasan *LSA* Tipe 3), mengurangi beban *memori* dan *CPU*, serta menjaga *latency* antar-*area* (15–18 msec). Meskipun *konvergensi* lebih lambat (18–22 detik) karena propagasi *LSA* antar-*ABR*, struktur hierarkis ini meningkatkan skalabilitas dengan *tabel routing* lebih optimal (20–25 entri “O” dan “O IA”) dan redundansi 30% lebih rendah melalui *summarization*.

Konfigurasi Multi Area membutuhkan perencanaan matang: desain *area* simetris

(Area 1 dan 2 terhubung ke Area 0), *summarization* di ABR, dan pembatasan jumlah router per area (<10) untuk mencegah rute suboptimal. *Rekomendasi*: gunakan *Single Area* untuk jaringan kecil demi kemudahan, dan *Multi Area* untuk jaringan besar demi efisiensi dan skalabilitas, dengan Area 0 sebagai *backbone* dan ABR berkinerja tinggi.

Kesimpulannya, pemilihan konfigurasi OSPF harus mempertimbangkan skala jaringan, kapasitas router, dan kesiapan desain. Keduanya efektif bila diterapkan sesuai konteks—*Single Area* unggul dalam kesederhanaan, sementara *Multi Area* ideal untuk jaringan kompleks.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Kiswanto, H. Syahputra, dan S. Panggabean, "Training Peningkatan Kompetensi Industri untuk Sertifikasi Profesi Network Engineer Skema Network+ Bersama PT. Nusanet dan PT. Wilearning Indonesia," *Jurnal Umum Pengabdian Masyarakat (JUPEMAS)*, vol. 1, no. 2, pp. 43–49, 2023.
- [2] S. Amuda, M. F. Mulya, and F. I. Kurniadi, "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)*, vol. 4, no. 2, pp. 53–63, 2021, doi: 10.47970/siskom-kb.v4i2.189.
- [3] N. Rismawati and M. F. Mulya, "Analisis dan Perancangan Simulasi Jaringan MAN (Metropolitan Area Network) dengan Dynamic Routing EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) dan Algoritma DUAL (Diffusing Update Algorithm) Menggunakan Cisco Packet Tracer," *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 3, no. 2, pp. 55–62, 2020, doi: 10.47970/siskom-kb.v3i2.147.
- [4] H. A. S. A. Nugroho, S. Hartati, and S. Sonhaji, "Analisis Perbandingan Protokol Routing Ospf Dan Static Untuk Optimalisasi Jaringan Komputer Sma Xyz," *Transformasi*, vol. 18, no. 2, pp. 1–11, 2023, doi: 10.56357/jt.v18i2.310.
- [5] Putri Cathliniya Diyanti Faliha, Fenella Claresta Sismanto, Putrylia Handayani, and Rifky Alif Ridho Aditianto, "Analisis Quality of Service Routing Protocol Ospf Pada Jaringan Ipv4 Menggunakan Simulator Cisco Packet Tracer," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 9, no. 3, pp. 311–318, 2023, doi: 10.36002/jutik.v9i3.2519.
- [6] H. Wintolo, Y. Indrinaingsih, M. Bambang, and H. Seto, "Analisa Deskriptif Layanan Audio Streaming di Jaringan OSPF Single Area Pada Peralatan Cisco 2600 Dan Mikrotik RB951Ui," *InfoTekJar Jurnal Nasional Informasi dan Teknologi Jaringan*, vol. 6, no. 2, pp. 4–7, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v6i2.3883>
- [7] R. Yohanes and H. Nurwarsito, "Analisis perbandingan kinerja Single Area dan Multi Area menggunakan Protokol Routing OSPF," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 11, pp. 4179–4186, 2020.
- [8] A. Pratama, I. Faisal, and D. Handoko, "Analisis Perbandingan Kinerja Routing Ospf Multi Area IP Versi 4 dan Routing OSPF V3 IP Versi 6 Pada Mikrotik OS Simulasi GNS3 Comparative Analysis of Performance of OSPF Multi Area IP Version 4 Routing and OSPF V3 IP Version 6 Routing on Mikrotik OS GNS3," *Januari*, vol. 2024, no. 1, pp. 42–48, 2024, [Online]. Available:

- <https://jurnal.unity-academy.sch.id/index.php/jirsi/index42%0Ahttp://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [9] R. Aulia, Risiko Liza, and Haida Dafitri, “Analisis Routing Loop dalam Open Shortest Path First (OSPF) Routing Menggunakan Teknik Spanning Tree di Jaringan Multi Area,” *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 4, pp. 158–168, 2024, doi: 10.56211/helloworld.v2i4.419.
- [10] L. Priandi, S. Sam’ani, and R. Rosmiati, “Analisis dan Desain Jaringan Wireless pada SMAN 1 Tanah Siang Selatan Menggunakan Wireshark dan Cisco Packet Tracer,” *Jurnal Sistem Informasi, Manajemen dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 72–80, 2023, doi: 10.33020/jsimtek.v1i1.410.