

PENERAPAN OPEN SHORTEST PATH FIRST (OSPF) UNTUK MENENTUKAN JALUR TERBAIK DALAM JARINGAN

THE IMPLEMENTATION OF OPEN SHORTEST PATH FIRST (OSPF) TO DETERMINE THE BEST PATH IN THE NETWORK

Hari Antoni Musril, S.Kom., M.Kom

Jurusan Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer (PTIK)

Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Bukittinggi

kum_avik@yahoo.co.id

Abstrak

Jaringan komputer skala besar sering kali menghadapi masalah dalam komunikasi data. Transmisi datanya membutuhkan waktu yang lama karena pemilihan protokol *routing* yang tidak tepat. Protokol *routing* yang dipilih tidak dapat memberikan alternatif jalur terbaik untuk melewati paket data. Penelitian ini menguji kemampuan protokol *routing* *Open Shortest Path First* (OSPF) dalam pemilihan jalur terbaik. Sebagai protokol *routing* pembanding dipilihlah *Routing Information Protocol version 2* (RIPv2). Penelitian ini membandingkan jalur terbaik yang dihasilkan oleh OSPF dan RIPv2. OSPF merupakan protokol *routing* yang sering digunakan dalam jaringan skala menengah dan besar. OSPF mendistribusikan informasi *routing* antara *router-router autonomous system* (AS). OSPF merupakan protokol *routing* yang menggunakan algoritma *link-state* untuk membangun dan mengitung jalur terbaik ke semua tujuan yang diketahui. Algoritma *link-state* juga dikenal dengan algoritma *dijkstra* atau algoritma *shortest path first* (SPF). Algoritma *dijkstra* diterapkan dalam protokol OSPF untuk memilih rute terbaik yang harus ditempuh oleh suatu paket data dari suatu alamat asal agar sampai di alamat tujuan dengan nilai satuan beban (*cost metric*) terkecil. Dalam teori graf, algoritma *dijkstra* dimanfaatkan untuk memilih lintasan terpendek antara dua simpul dari suatu graf yang merupakan representasi topologi jaringan. Sedangkan RIPv2 merupakan protokol *distance vector* yang menggunakan hitungan lompatan dalam pengukurannya. Jalur yang memiliki *hop count* yang lebih rendah akan dipilih untuk melewati paket data. Berdasarkan pada percobaan yang telah dilakukan, protokol *routing* OSPF dapat memberikan pilihan jalur terbaik (*best path*) dalam mengantarkan paket data. Sementara RIPv2 secara spesifik tidak dapat menghasilkan jalur terbaik.

Kata Kunci : *open shortest path first (OSPF), algoritma dijkstra, routing protocol, link-state, router, jalur terbaik*

Abstract

Large-scale computer networks often face problems in data communications. Data transmission takes a long time due to the inappropriate selection of routing protocols. The selected routing protocol can not provide the best alternative path for get through the data packets. This research tested the ability of Open Shortest Path First (OSPF) routing protocol in the selection of the best path. As a comparison the chosen routing protocol is Routing Information Protocol version 2 (RIPv2). This research compares the best path generated by OSPF and RIPv2. OSPF is a routing protocol that often used in medium and large scale networks. OSPF distributes routing information between system autonomous routers (AS). OSPF is routing protocol that use link-state algorithm to

build and calculate the shortest path to all known destination. Link-state algorithms are also known as dijkstra algorithm or shortest path first (SPF) algorithms. Dijkstra's algorithm is applied in the OSPF protocol to choose the best route to be taken by a data packet from a source address in order to arrive at the destination address with the value of the unit load (cost metric) the smallest. In graph theory, Dijkstra's algorithm is used to choose the shortest path between two vertices of a graph that is a representation of the network topology. Whereas RIPv2 is a distance vector protocol that uses a hop count in its measurement. Path that have a lower hop count will be selected for get through the data packets. Based on experiments that have been carried out, the OSPF routing protocol can provide a selection of the best route (best path) to deliver data packets. While RIPv2 can not specifically generate the best path.

Keywords : open shortest path first (OSPF), dijkstra algorithm, routing protocol, link-state, router, best path

1. PENDAHULUAN

Jaringan komputer saat ini merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam sebuah organisasi. Aktivitas organisasi dapat berjalan lancar dengan adanya kemajuan teknologi untuk dapat mengirimkan data-data penting secara elektronik dan *real time*. Perkembangan sebuah organisasi juga akan berdampak pada semakin berkembangnya jaringan komputer yang dimiliki oleh organisasi tersebut. Perkembangan tersebut terjadi karena semakin banyaknya perangkat (*hardware*) yang terhubung pada jaringan komputer organisasi tersebut. Sehingga transmisi data yang diperlukan oleh organisasi menjadi sangat mudah dilakukan.

Transmisi data dalam jaringan komputer dapat berlangsung ketika semua syarat yang dibutuhkan untuk terjadinya interkoneksi jaringan komputer telah terpenuhi, baik dari sisi *hardware* maupun *software*. Salah satu syarat tersebut adalah setiap *device* berada dalam *network* yang sama. Pada jaringan yang besar akan terdapat lebih dari satu *network*, supaya transmisi data antar *network* dapat berlangsung dibutuhkan tambahan *router*. *Router* adalah piranti elektronik yang fungsinya mem-*forward* data antara jaringan komputer, dimana *software* dan *hardware* diseting untuk melakukan *routing* dan mem-*forward* informasi [1].

Routing adalah proses memilih lintasan yang akan ditempuh oleh sebuah paket pada suatu jaringan komputer untuk mengirim lalu lintas jaringan. Dalam proses *routing* ini, sebuah jaringan digambarkan sebagai sebuah graf berbobot dimana setiap interkoneksi antar titik dalam jaringan memiliki bobot atau nilai tertentu. Nilai ini dapat berupa *bandwith*, *network delay*, *hopcount*, *path cost*, *load*, *reliability*, dan biaya komunikasi. Setiap *router* harus mencari rute dengan biaya paling rendah [2].

Salah satu protokol *routing* yang dapat digunakan untuk menentukan jalur terbaik dalam pengiriman paket data di dalam jaringan skala besar adalah *open shortest path first* (OSPF). Dalam penelitian yang berjudul Perancangan dan Analisis Perbandingan Implementasi OSPF pada Jaringan IPv4 dan IPv6 [3], dijelaskan bahwa OSPF adalah suatu *routing* protokol *Link State* (LS) yang bersifat terbuka atau didukung berbagai perangkat jaringan. OSPF pada penelitian ini [3] dapat melakukan konvergensi secara cepat dan dapat menentukan jalur terbaik berdasarkan nilai *cost* yang diberikan. Penelitian [3] mengungkapkan bahwa OSPF melakukan update *routing* secara berkala sehingga ketika ada kesalahan atau kerusakan pada jaringan, OSPF akan menentukan jalur lain sebagai jalur cadangan.

2. DASAR TEORI

2.1 Routing

Routing adalah proses menentukan rute dari *host* asal ke *host* tujuan [4]. *Routing* menentukan kemana datagram akan dikirim agar mencapai tujuan yang diinginkan [5]. Penelitian yang berjudul Implementasi *Routing Protocol Open Shortest Path First* (OSPF) pada Model *Topology Ring* [6], menjelaskan bahwa untuk mendapatkan hasil rute atau jalur yang bagus dibutuhkan desain arsitektur jaringan dalam pembangunan *local area network multi area*, terutama menentukan pemakaian *routing protocol* dalam topologi jaringan.

Penelitian [6] sebelumnya menjelaskan, *routing protocol* adalah algoritma yang digunakan dalam mengatur proses *routing*. Pengalamanan jalur/rute paket data yang akan dikirim akan diatur oleh *routing protocol* ini dengan membentuk tabel *routing*. Setiap *routing protocol* memiliki cara dan metode yang berbeda dalam melaksanakan tugasnya. Penelitian ini [6], juga menjelaskan bahwa informasi yang dibutuhkan *router* dalam melakukan *routing* yaitu : alamat tujuan/*destination address*, mengenal sumber informasi, menemukan rute, pemilihan rute, dan menjaga informasi *routing*.

Protokol *routing* menggunakan istilah yang disebut *metric* dalam menentukan jalur yang terbaik yang akan dipakai. *Metric* adalah suatu nilai hasil dari perhitungan algoritma yang dipakai oleh protokol *routing* yang dapat berupa jarak ke tujuan atau ongkos ke tujuan. Jenis *metric* yang dipakai bergantung pada jenis protokol *routing* yang digunakan, dimana setiap jenis protokol *routing* menggunakan *metric* yang berbeda satu dengan lain [7].

2.2 Open Shortest Path First (OSPF)

Penelitian yang berjudul Implementasi *Simple Port Knocking* pada *Dynamic Routing* (OSPF) Menggunakan Simulasi GNS3 [8], menjelaskan bahwa *Open Shortest Path First* (OSPF) merupakan *protocol routing link state* dan digunakan untuk menghubungkan *router-router* yang berada dalam satu *Autonomous System* (AS), sehingga *protocol routing* ini termasuk juga dalam kategori *Interior Gateway Protocol* (IGP). Sehingga OSPF hanya dapat bekerja dalam jaringan internal suatu organisasi atau perusahaan. Pada jaringan internal, administrator jaringan memiliki hak penuh untuk mengatur dan memodifikasinya. Penelitian lainnya [9], mengungkapkan tahun 1989, versi pertama OSPF yang dikenal dengan OSPFv1 telah dipublikasikan di RFC (*Request For Comments*) 1131. Versi kedua yang disebut dengan OSPFv2 dikenalkan tahun 1998 yang didefinisikan di dalam RFC 2328. Tahun 1999 versi ketiga yaitu OSPFv3 yang dikhususkan untuk IPv6 telah dirilis di dalam RFC 2740.

OSPF menurut penelitian berikutnya [10], merupakan protokol perutean yang menggunakan konsep perutean hierarkis, artinya OSPF membagi-bagi jaringan menjadi beberapa tingkatan. Tingkatan-tingkatan ini diwujudkan dengan menggunakan sistem pengelompokan area. Dengan menggunakan konsep perutean hierarki ini sistem penyebaran informasi dalam protokol OSPF menjadi lebih teratur dan tersegmentasi, sehingga tidak menyebar secara sembarangan. Efek dari keteraturan penyebaran perutean ini adalah penggunaan *bandwith* jaringan menjadi lebih efisien, lebih cepat mencapai konvergensi, dan lebih akurat dalam menentukan rute-rute terbaik menuju ke sebuah lokasi.

Untuk dapat menangani jaringan yang berskala besar, maka OSPF menerapkan konsep area dalam implementasinya, yaitu *single area* untuk jaringan berskala kecil dan *multi area* untuk jaringan berskala besar. *Router* yang menjalankan OSPF hanya akan bertukar informasi *route* (*routing update*) dengan *router* OSPF lainnya yang berada dalam satu *autonomous system* (AS). *Router* OSPF akan mengirimkan beberapa paket OSPF lainnya yang kesemuanya digunakan membentuk *table routing*. Pada OSPF dikenal kondisi *adjency* antar *router*. Sebelum *router-router*

tersebut bertukar informasi *routing*, maka sebuah *router* harus terlebih dahulu mencapai kondisi *adjency* (bertetangga dan bersepakat) dengan *router* tetangganya. *Router-router* tidak akan bertukar *routing update* jika kondisi *adjency* belum tercapai [8].

OSPF mengumpulkan informasi *link state* dari *router* yang ada dan membangun sebuah grafik topologi dari jaringan. Adapun penelitian selanjutnya [11], menjelaskan untuk rute paket, OSPF menghitung *shortest path tree* untuk setiap rute menggunakan metode yang didasarkan pada algoritma dijkstra. Untuk menentukan jalur terpendek, OSPF membutuhkan pemberian bobot setiap link di jaringan. Link bobot didistribusikan sebagai *link state*.

Sebuah penelitian mengenai performa OSPF [12], menjelaskan bahwa algoritma dijkstra juga dikenal dengan algoritma *link-state* atau algoritma *shortest path first* (SPF). Algoritma ini memperbaiki informasi *database* dari informasi topologi. Algoritma *link-state* memperbaiki pengetahuan dari jarak *router* dan bagaimana mereka interkoneksi. Penelitian lainnya [13], menjelaskan algoritma dijkstra digunakan untuk mencari jarak terpendek dari suatu graf berarah dengan bobot sisi yang tidak negatif. Algoritma ini akan mencari jalur dengan *cost* minimum di antara simpul yang ada dalam graf.

Berikut adalah proses algoritma dijkstra pada teknik OSPF [14] :

1. Data yang masih berupa bit-bit kemudian dikemas menjadi paket-paket data.
2. Setiap *router* meng-*update* tabel *routing*.
3. Setelah meng-*update* tabel *routing*, *router* memberitahukan kepada *router* tetangganya berapa jarak dari *router* tersebut.
4. Tiap *router* mendapatkan informasi dari tabel *routing* yang telah di-*update*, kemudian algoritma dijkstra menghitung semua jarak yang menuju alamat tujuan.
5. Algoritma mencari *best path* ke alamat tujuan, jika alamat yang dituju sudah bertemu maka tiap *router* meng-*update* informasi pada tabel *routing*, jika tidak maka algoritma akan menghitung ulang untuk mencari *best path*.
6. Jika semua *router* telah diperiksa maka proses selesai, jika belum maka *router* akan memberi tahu kembali *router* tetangganya.

2.3 Routing Information Protocol version 2 (RIPv2)

Routing Information Protocol version 2 (RIPv2) merupakan protokol *distance vector* yang menggunakan hitungan lompatan dalam pengukurannya. Penelitian sebelumnya mengenai RIPv2 [15], menjelaskan RIPv2 mengevaluasi jalur terbaik antara *host* ke tujuan menggunakan metodologi *hop count* yang berjumlah maksimal 15 *hop*. Jalur yang memiliki *hop count* yang lebih rendah akan dipilih dan dimasukkan ke dalam tabel *routing*. RIPv2 menggunakan *classless routing* sehingga mendukung *Variable Length Subnet Masks* (VLSM). RIPv2 juga mendukung autentikasi MD5.

3. METODE PENELITIAN

Pada tulisan ini metode penelitian yang digunakan adalah :

1. Analisis. Pada tahapan ini dilakukan analisis literatur yang relevan. Literatur bersumber dari buku, jurnal ilmiah, dan penelitian yang membahas mengenai *Open Shortest Path First* (OSPF).
2. Desain. Tahapan ini berisikan bentuk prototipe topologi jaringan yang dikembangkan. Meliputi skenario jaringan secara fisik dan juga logika. Perancangan prototipe jaringan memanfaatkan *software* simulasi jaringan komputer Cisco Packet Tracer 6.1.1.
3. Pengembangan. Tahapan ini dilakukan untuk mengkonfigurasi prototipe topologi jaringan. Konfigurasi dilakukan pada setiap *device* yang ada di dalam prototipe jaringan, antara lain

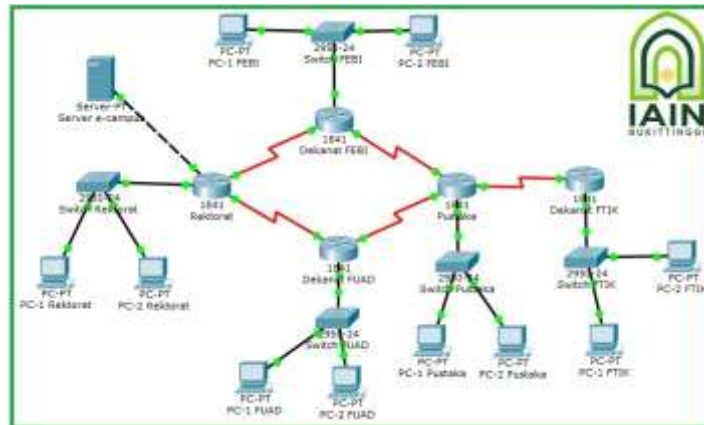
adalah PC, server, dan *router*. Konfigurasi *routing protocol* OSPF dilakukan di *router* dengan mengetikkan kode program pada jendela CLI *router* tersebut. Pengaturan *router* dilakukan untuk menghasilkan jalur terbaik untuk melewati paket data dalam jaringan.

4. Pengujian. Setelah prototipe jaringan selesai dikembangkan, setiap *device* dilakukan pengujian konektivitasnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Topologi Jaringan untuk Penelitian

Topologi jaringan pada penelitian ini adalah seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Topologi Jaringan yang Digunakan Dalam Penelitian

Topologi jaringan di atas terdapat lima buah *router* yang memiliki alamat IP *address* pada *port* yang diaktifkan. Server e-campus yang terhubung ke *router* rektorat merupakan tujuan yang akan diakses oleh setiap komputer *client*. *Routing* OSPF dan RIPv2 akan menentukan jalur terbaik setiap *client* menuju server e-campus. Tabel 1 berikut ini adalah IP *address* pada masing-masing *router*.

Tabel 1. Konfigurasi Alamat *Router*

Router	Port : IP Address / Prefix	Clock Rate
Dekanat FTIK	Fa0/0 : 192.172.12.1 /24 Se0/0/0 : 178.32.4.1 /24	- 72000
Pustaka	Se0/0/0 : 8.4.2.1 /24 Se0/0/1 : 212.10.0.1 /24 Fa0/0 : 150.64.26.1 /24 Se0/1/0 : 178.32.4.2 /24	- - - -
Dekanat FUAD	Se0/0/1 : 8.4.2.2 /24 Fa0/0 : 11.12.13.1 /24 Se0/0/0 : 172.17.1.2 /24	72000 - -
Dekanat FEBI	Se0/0/0 : 212.10.0.2 /24 Fa0/0 : 172.18.1.1 /24 Se0/0/1 : 43.15.1.1 /24	72000 - -
Rektorat	Se0/0/0 : 43.15.1.2 /24 Fa0/0 : 223.123.3.1 /24 Se0/0/1 : 172.17.1.1 /24 Fa0/1 : 10.0.0.1 /24	72000 - 72000 -

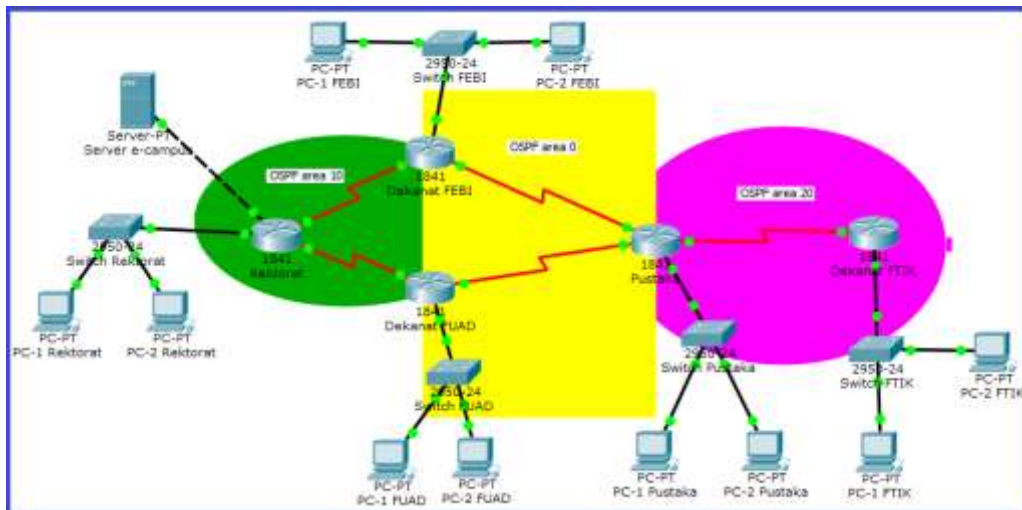
Konfigurasi IP *address* untuk setiap komputer yang terhubung ke *router* dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Konfigurasi Alamat Komputer

Perangkat	IP Address /Prefix	Default Gateway
Server e-campus	223.123.3.2 /24	223.123.3.1
PC-1 Rektorat	10.0.0.2 /24	10.0.0.1 /24
PC-2 Rektorat	10.0.0.3 /24	10.0.0.1 /24
PC-1 FEBI	172.18.1.2 /24	172.18.1.1
PC-2 FEBI	172.18.1.3 /24	172.18.1.1
PC-1 FUAD	11.12.13.2 /24	11.12.13.1
PC-2 FUAD	11.12.13.3 /24	11.12.13.1
PC-1 Pustaka	150.64.26.2 /24	150.64.26.1
PC-2 Pustaka	150.64.26.3 /24	150.64.26.1
PC-1 FTIK	192.172.12.2 /24	192.172.12.1
PC-2 FTIK	192.172.12.3 /24	192.172.12.1

4.2 Konfigurasi Routing Protokol OSPF

Pengaturan *routing* menggunakan protokol OSPF *multiple area*. Terdapat tiga buah area, yaitu area 0, 10, dan 20. Gambar 2 berikut ini merupakan pembagian area tersebut.



Gambar 2. Pembagian *Multiple Area Routing Protocol* OSPF

Pengaturan *routing protocol* OSPF pada setiap *router* adalah sebagai berikut :

1. **Router Rektorat.**

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router-Rektorat
Router-Rektorat(config)#router ospf 1
Router-Rektorat(config-router)#network 223.123.3.0 0.0.0.255 area 10
Router-Rektorat(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 10
Router-Rektorat(config-router)#network 43.15.1.0 0.0.0.255 area 10
Router-Rektorat(config-router)#network 172.17.1.0 0.0.0.255 area 10
```

2. **Router Dekanat FEBI.**

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router-Dekanat_FEBI
Router-Dekanat_FEBI(config)#router ospf 1
Router-Dekanat_FEBI(config-router)#network 43.15.1.0 0.0.0.255 area 10
Router-Dekanat_FEBI(config-router)#network 172.18.1.0 0.0.0.255 area 0
Router-Dekanat_FEBI(config-router)#network 212.10.0.0 0.0.0.255 area 0
```

3. **Router Dekanat FUAD.**

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router-Dekanat_FUAD
Router-Dekanat_FUAD(config)#router ospf 1
Router-Dekanat_FUAD(config-router)#network 172.17.1.0 0.0.0.255 area 10
Router-Dekanat_FUAD(config-router)#network 11.12.13.0 0.0.0.255 area 0
Router-Dekanat_FUAD(config-router)#network 8.4.2.0 0.0.0.255 area 0
```

4. **Router Pustaka.**

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router-Pustaka
Router-Pustaka(config)#router ospf 1
Router-Pustaka(config-router)#network 212.10.0.0 0.0.0.255 area 0
Router-Pustaka(config-router)#network 8.4.2.0 0.0.0.255 area 0
Router-Pustaka(config-router)#network 178.32.4.0 0.0.0.255 area 20
Router-Pustaka(config-router)#network 150.64.26.0 0.0.0.255 area 20
```

5. **Router Dekanat FTIK.**

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router-Dekanat_FTIK
Router-Dekanat_FTIK(config)#router ospf 1
Router-Dekanat_FTIK(config-router)#network 178.32.4.0 0.0.0.255 area 20
Router-Dekanat_FTIK(config-router)#network 192.172.12.0 0.0.0.255 area 20
```

4.3 Analisis Hasil Penerapan *Routing Protocol* OSPF

Analisis setelah konfigurasi *routing protocol* OSPF diterapkan adalah sebagai berikut.

1. Konektivitas jaringan diuji dengan perintah *ping*, yang merupakan protokol ICMP (*Internet Control Messaging Protocol*). *Ping (Packet Internet Groper)* digunakan untuk memeriksa waktu konektivitas sebuah *interface* pada suatu jaringan. Pengujian konektivitas jaringan dengan mengirimkan paket *ping* dari semua *device* ke *server* e-campus. Tabel 3 berikut ini adalah hasilnya.

Tabel 3. Hasil Pengiriman *Ping*

<i>Device</i>	Hasil <i>Ping</i>	
	OSPF	RIPv2
Router Rektorat	min/max/avg = 0/1/0 ms	min/max/avg = 0/4/2 ms
Router Pustaka	min/max/avg = 2/9/1 ms	min/max/avg = 2/16/5 ms
Router Dekanat FTIK	min/max/avg = 3/10/2 ms	min/max/avg = 3/54/23 ms
Router Dekanat FUAD	min/max/avg = 1/1/1 ms	min/max/avg = 1/32/7 ms
Router Dekanat FEBI	min/max/avg = 1/4/1 ms	min/max/avg = 2/16/8 ms
PC-1 Rektorat	min/max/avg = 0/1/0 ms	min/max/avg = 2/16/4 ms
PC-2 Rektorat	min/max/avg = 0/4/1 ms	min/max/avg = 1/4/2 ms
PC-1 FEBI	min/max/avg = 1/2/1 ms	min/max/avg = 1/11/3 ms
PC-2 FEBI	min/max/avg = 1/2/1 ms	min/max/avg = 1/29/8 ms
PC-1 FUAD	min/max/avg = 1/1/1 ms	min/max/avg = 1/12/3 ms
PC-2 FUAD	min/max/avg = 1/2/1 ms	min/max/avg = 1/12/4 ms
PC-1 Pustaka	min/max/avg = 2/3/2 ms	min/max/avg = 2/13/7 ms
PC-2 Pustaka	min/max/avg = 1/2/1 ms	min/max/avg = 2/14/5 ms
PC-1 FTIK	min/max/avg = 3/3/3 ms	min/max/avg = 3/14/8 ms
PC-2 FTIK	min/max/avg = 1/4/1 ms	min/max/avg = 3/17/11 ms

Tabel 3 di atas menunjukkan waktu rata-rata pengiriman pesan *ping* pada OSPF berkisar dari 1-3 ms. Hasil ini menunjukkan konektivitas OSPF berlangsung stabil dan cepat. Sedangkan pada RIPv2 rata-rata waktunya adalah 2-23 ms, hasil ini lebih lambat dibandingkan dengan OSPF.

2. Jalur paket data. Perintah *tracert* digunakan untuk mencari jalur yang akan dilalui oleh paket data, *tracert* ini menggunakan protokol ICMP. Cara kerjanya adalah dengan mengirimkan ICMP *messages* yang disebut IP *datagrams* dengan parameter waktu yang disebut *timeout*. Tabel 4. Tabel 5 dan Tabel 6 berikut ini adalah hasil dari penelusuran jalur paket data pada topologi jaringan penelitian ini. Tujuan yang harus dicapai oleh setiap *device* adalah *server e-campus*.

Tabel 4. Hasil Penelusuran Jalur Paket Data Pada Router

<i>Device</i>	Hasil Tracert	
	OSPF	RIPv2
Router Rektorat	1 223.123.3.2 : 1 msec 0 msec 0 msec	1 223.123.3.2 : 1 msec 0 msec 0 msec
Router Pustaka	Jalur 1 : 1 8.4.2.2 : 0 msec 8 msec 0 msec 2 43.15.1.2 : 0 msec 29 msec 1 msec 3 223.123.3.2 : 2 msec 2 msec 1 msec Jalur 2 : 1 212.10.0.2 : 1 msec 0 msec 2 msec 2 172.17.1.1 : 6 msec 33 msec 0 msec 3 223.123.3.2 : 1 msec 1 msec 1 msec	Jalur 1 : 1 8.4.2.2 : 22 msec 8 msec 1 msec 2 43.15.1.2 : 27 msec 5 msec 2 msec 3 223.123.3.2 : 21 msec 1 msec 1 msec Jalur 2 : 1 212.10.0.2 : 12 msec 1 msec 2 msec 2 172.17.1.1 : 9 msec 3 msec 1 msec 3 223.123.3.2 : 2 msec 7 msec 1 msec
Router Dekanat FTIK	Jalur 1 : 1 178.32.4.2 : 2 msec 1 msec 5 msec 2 212.10.0.2 : 1 msec 3 msec 1 msec 3 172.17.1.1 : 6 msec 6 msec 5 msec 4 223.123.3.2 : 4 msec 6 msec 0 msec Jalur 2 : 1 178.32.4.2 : 2 msec 0 msec 2 msec 2 8.4.2.2 : 5 msec 6 msec 2 msec 3 172.17.1.1 : 1 msec 2 msec 1 msec 4 223.123.3.2 : 0 msec 1 msec 7 msec	Jalur 1 : 1 178.32.4.2 : 8 msec 3 msec 7 msec 2 212.10.0.2 : 2 msec 4 msec 4 msec 3 172.17.1.1 : 8 msec 8 msec 9 msec 4 223.123.3.2 : 5 msec 5 msec 10 msec Jalur 2 : 1 178.32.4.2 : 3 msec 1 msec 11 msec 2 8.4.2.2 : 7 msec 9 msec 5 msec 3 172.17.1.1 : 2 msec 3 msec 3 msec 4 223.123.3.2 : 1 msec 1 msec 9 msec
Router Dekanat FUAD	1 172.17.1.1 : 0 msec 0 msec 5 msec 2 223.123.3.2 : 0 msec 0 msec 0 msec	1 172.17.1.1 : 5 msec 0 msec 1 msec 2 223.123.3.2 : 2 msec 4 msec 24 msec
Router Dekanat FEBI	1 43.15.1.2 : 0 msec 0 msec 1 msec 2 223.123.3.2 : 0 msec 6 msec 5 msec	1 43.15.1.2 : 4 msec 6 msec 3 msec 2 223.123.3.2 : 1 msec 7 msec 13 msec

Tabel 5. Hasil Penelusuran Jalur Paket Data Pada Komputer *Client* yang Memiliki Satu Jalur

<i>Device</i>	Hasil Tracert	
	OSPF	RIPv2
PC-1 Rektorat	1 1 ms 0 ms 0 ms 10.0.0.1 2 0 ms 1 ms 1 ms 223.123.3.2	1 11 ms 0 ms 1 ms 10.0.0.1 2 0 ms 1 ms 1 ms 223.123.3.2
PC-2 Rektorat	1 1 ms 0 ms 0 ms 10.0.0.1 2 1 ms 0 ms 0 ms 223.123.3.2	1 4 ms 1 ms 0 ms 10.0.0.1 2 2 ms 0 ms 0 ms 223.123.3.2
PC-1 FEBI	1 1 ms 0 ms 0 ms 172.18.1.1 2 0 ms 1 ms 1 ms 43.15.1.2 3 1 ms 0 ms 0 ms 223.123.3.2	1 1 ms 1 ms 0 ms 172.18.1.1 2 1 ms 0 ms 1 ms 43.15.1.2 3 2 ms 0 ms 1 ms 223.123.3.2
PC-2 FEBI	1 1 ms 0 ms 0 ms 172.18.1.1 2 0 ms 1 ms 1 ms 43.15.1.2 3 0 ms 1 ms 1 ms 223.123.3.2	1 2 ms 0 ms 0 ms 172.18.1.1 2 1 ms 4 ms 1 ms 43.15.1.2 3 0 ms 1 ms 3 ms 223.123.3.2
PC-1 FUAD	1 1 ms 0 ms 0 ms 11.12.13.1 2 0 ms 0 ms 1 ms 172.17.1.1 3 1 ms 0 ms 0 ms 223.123.3.2	1 2 ms 1 ms 1 ms 11.12.13.1 2 1 ms 0 ms 1 ms 172.17.1.1 3 1 ms 1 ms 0 ms 223.123.3.2
PC-2 FUAD	1 1 ms 1 ms 0 ms 11.12.13.1 2 1 ms 0 ms 0 ms 172.17.1.1 3 1 ms 0 ms 0 ms 223.123.3.2	1 2 ms 1 ms 1 ms 11.12.13.1 2 2 ms 0 ms 1 ms 172.17.1.1 3 1 ms 1 ms 0 ms 223.123.3.2

Tabel 6. Hasil Penelusuran Jalur Paket Data Pada Komputer *Client* yang Memiliki Dua Jalur

<i>Device</i>	Hasil Tracert									
	OSPF				RIPv2					
PC-1 Pustaka	Jalur 1 :				Jalur 1 :					
	1	1 ms	0 ms	0 ms	150.64.26.1	1	2 ms	1 ms	1 ms	150.64.26.1
	2	1 ms	0 ms	0 ms	212.10.0.2	2	1 ms	4 ms	4 ms	212.10.0.2
	3	1 ms	1 ms	2 ms	43.15.1.2	3	4 ms	2 ms	9 ms	43.15.1.2
	4	1 ms	3 ms	0 ms	223.123.3.2	4	3 ms	3 ms	5 ms	223.123.3.2
	Jalur 2 :				Jalur 2 :					
	1	1 ms	0 ms	0 ms	150.64.26.1	1	4 ms	0 ms	3 ms	150.64.26.1
	2	1 ms	0 ms	0 ms	8.4.2.2	2	1 ms	1 ms	4 ms	8.4.2.2
3	1 ms	2 ms	1 ms	43.15.1.2	3	6 ms	2 ms	7 ms	43.15.1.2	
4	4 ms	0 ms	1 ms	223.123.3.2	4	8 ms	0 ms	5 ms	223.123.3.2	
PC-2 Pustaka	Jalur 1 :				Jalur 1 :					
	1	1 ms	0 ms	1 ms	150.64.26.1	1	3 ms	1 ms	2 ms	150.64.26.1
	2	0 ms	0 ms	0 ms	212.10.0.2	2	2 ms	2 ms	1 ms	212.10.0.2
	3	1 ms	1 ms	0 ms	43.15.1.2	3	2 ms	1 ms	3 ms	43.15.1.2
	4	1 ms	2 ms	2 ms	223.123.3.2	4	1 ms	2 ms	1 ms	223.123.3.2
	Jalur 2 :				Jalur 2 :					
	1	1 ms	0 ms	0 ms	150.64.26.1	1	4 ms	2 ms	4 ms	150.64.26.1
	2	1 ms	0 ms	0 ms	8.4.2.2	2	1 ms	1 ms	2 ms	8.4.2.2
3	1 ms	1 ms	2 ms	43.15.1.2	3	2 ms	1 ms	1 ms	43.15.1.2	
4	0 ms	1 ms	1 ms	223.123.3.2	4	1 ms	1 ms	3 ms	223.123.3.2	
PC-1 FTIK	Jalur 1 :				Jalur 1 :					
	1	1 ms	0 ms	0 ms	192.172.12.1	1	1 ms	2 ms	1 ms	192.172.12.1
	2	0 ms	1 ms	0 ms	178.32.4.2	2	0 ms	1 ms	2 ms	178.32.4.2
	3	1 ms	2 ms	1 ms	8.4.2.2	3	2 ms	6 ms	1 ms	8.4.2.2
	4	2 ms	2 ms	2 ms	43.15.1.2	4	3 ms	4 ms	3 ms	43.15.1.2
	5	2 ms	0 ms	2 ms	223.123.3.2	5	8 ms	3 ms	1 ms	223.123.3.2
	Jalur 2 :				Jalur 2 :					
	1	1 ms	0 ms	0 ms	192.172.12.1	1	2 ms	0 ms	5 ms	192.172.12.1
	2	1 ms	3 ms	0 ms	178.32.4.2	2	2 ms	3 ms	2 ms	178.32.4.2
	3	1 ms	1 ms	1 ms	212.10.0.2	3	6 ms	1 ms	2 ms	212.10.0.2
4	3 ms	1 ms	0 ms	43.15.1.2	4	5 ms	1 ms	1 ms	43.15.1.2	
5	1 ms	0 ms	1 ms	223.123.3.2	5	2 ms	1 ms	1 ms	223.123.3.2	
PC-2 FTIK	Jalur 1 :				Jalur 1 :					
	1	1 ms	0 ms	0 ms	192.172.12.1	1	2 ms	1 ms	4 ms	192.172.12.1
	2	1 ms	0 ms	1 ms	178.32.4.2	2	3 ms	1 ms	2 ms	178.32.4.2
	3	0 ms	1 ms	1 ms	212.10.0.2	3	1 ms	2 ms	2 ms	212.10.0.2
	4	6 ms	2 ms	1 ms	43.15.1.2	4	7 ms	3 ms	1 ms	43.15.1.2
	5	3 ms	1 ms	1 ms	223.123.3.2	5	3 ms	1 ms	1 ms	223.123.3.2
	Jalur 2 :				Jalur 2 :					
	1	0 ms	0 ms	1 ms	192.172.12.1	1	2 ms	2 ms	2 ms	192.172.12.1
	2	1 ms	1 ms	1 ms	178.32.4.2	2	3 ms	2 ms	4 ms	178.32.4.2
	3	2 ms	2 ms	1 ms	8.4.2.2	3	2 ms	4 ms	2 ms	8.4.2.2
4	2 ms	3 ms	2 ms	43.15.1.2	4	7 ms	8 ms	5 ms	43.15.1.2	
5	2 ms	7 ms	2 ms	223.123.3.2	5	1 ms	9 ms	3 ms	223.123.3.2	

Berdasarkan Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 di atas, OSPF memberikan alternatif jalur terbaik dalam jaringan, dimana terdapat perbedaan waktu yang signifikan diantara pilihan jalur yang ada. Menggunakan RIPv2 tidak didapatkan hasil alternatif untuk jalur terbaik. Setiap jalur memiliki waktu yang hampir sama besarnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada percobaan yang telah dilakukan, protokol *routing* OSPF lebih baik dibandingkan dengan RIPv2. OSPF memberikan pilihan jalur terbaik (*best path*) dalam melewati paket data. Pemilihan jalur terbaik berdasarkan pada waktu yang dibutuhkan untuk mengakses setiap alternatif pilihan *router* yang akan dilewati.

Algoritma dijkstra yang digunakan pada OSPF menghitung rute dengan nilai beban terkecil (minimum *metric cost*) dan *bandwith* terbesar yang disimpan ke dalam basis data perutean atau peta jaringan (*link state*). OSPF menentukan jalur terbaik dalam jaringan berdasarkan peta ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahana Komputer. 2010. Cara Mudah Membangun Jaringan Komputer & Internet. Jakarta : Mediakita.
- [2] Nugroho, Heru. 2015. Matematika Diskrit dan Implementasinya dalam Dunia Teknologi Informasi. Yogyakarta : Deepublish.
- [3] Rahmiati, Pauline, Dwi Aryanta, dan Taufiq Agung Priyadi. 2014. Perancangan dan analisis Perbandingan Implementasi OSPF pada Jaringan IPv4 dan IPv6. Jurnal ELKOMIKA, Vol. 2, No. 1, hal. 40-52, Januari-Juni.
- [4] Lin, Y.D., Fred Baker, and R.H. Hwang. 2012. *Computer Network An Open Source Approach*. McGraw - Hill International Edition.
- [5] Sofana, Iwan. 2008. Membangun Jaringan Komputer, Membuat Jaringan Komputer (Wire & Wireless) untuk Pengguna Windows dan Linux. Bandung : Informatika.
- [6] Achmad. 2015. Implementasi *Routing Protocol Open Shortest Path First* (OSPF) pada Model *Topology Ring*. Faktor Exacta Jurnal Ilmiah Teknologi, Vol. 8, No. 2, hal. 92-99.
- [7] Wijaya, Hendra. 2006. Belajar Sendiri *Cisco ADSL Router, PIX Firewall, dan VPN*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- [8] Kusuma, Aprianto Pudji Adi, dan Asmunin. 2016. Implementasi *Simple Port Knocking* pada *Dynamic Routing* (OSPF) Menggunakan Simulasi *GNS3*. Jurnal Manajemen Informatika, Vol. 5, No. 2, hal. 7-17.
- [9] Asigbe, Dagadzor F., et al. 2016. *Performance Analysis Of Interior Gateway Routing Protocol (Eigrp) Over Open Shortest Path First (Ospf) Protocol*. International Journal Of Scientific & Technology Research (IJSTR), Vol. 5, No. 9, pp. 111-117, September.
- [10] Nurhayati, Ade, dan Mikha Efrata Sihaloho. Simulasi Perbandingan Protokol *Routing* OSPF dan ISIS Menggunakan *GNS 3*. Jurnal ICT Penelitian dan Penerapan Teknologi Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta, hal. 35-39.
- [11] Negara, Ridha Muldina, dan Rohmat Tulloh. 2017. Analisis Simulasi Penerapan Algoritma OSPF Menggunakan *RouteFlow* pada Jaringan *Software Defined Network* (SDN). Jurnal Infotel, Vol. 9, No. 1, hal. 75-83, Februari.
- [12] Santoso, Kuku Aris. 2016. Konfigurasi dan Analisis Performansi *Routing* OSPF pada Jaringan LAN dengan Simulator Cisco Packet Tracer Versi 6.2. Jurnal Kajian Teknik Elektro, Vol. 1, No. 1, hal. 67-78.
- [13] Rigi C.R, et al. 2014. *Shortest Path Routing Algorithm in Wireless Sensor Network - A Review*. International Journal Of Scientific Research And Education (IJSAE), Vol. 2, No. 3, pp. 407-413, Maret.
- [14] Villasica, Yovie Dewi, dan Naemah Mubarakah. 2014. Analisis Kinerja Routing Dinamis dengan Teknik OSPF (*Open Shortest Path First*) pada Topologi *Mesh* dalam Jaringan *Local Area Network* (LAN) Menggunakan Cisco Packet Tracer. Jurnal Singuda Ensikom, Vol. 7, No. 3, hal. 125-130, Juni.
- [15] Musril, Hari Antoni. 2015. Analisis Unjuk Kerja RIPv2 dan EIGRP dalam Dynamic Routing Protocol. JETT, Vol. 2, No. 2, hal. 116-124, Desember.