

ANILISIS JARINGAN DENGAN ROUTING PROTOKOL BERBASIS SPF (SHORTEST PATH FIRST) DJIKSTRA ALGORITHM

Oris Krianto Sulaiman, Khairuddin Nasution

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik UISU

oris.ks@ft.uisu.ac.id; khairuddin_nst@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Untuk membangun table routing, setiap routing protocol menjalankan algoritma routing, algoritma routing inilah yang mengatur proses kerja dan karakteristik kerja dari sebuah routing protocol. Jika dikelompokkan berdasarkan algoritma routing yang digunakan maka protokol routing terbagi menjadi 2 bagian kategori besar yaitu vector routing protocol dan link state routing protocol. Permasalahan terjadi ketika administrator jaringan seringkali kesulitan untuk menentukan jalur terpendek dari sebuah topologi jaringan, protokol routing link state menggunakan algoritma routing SPF (Shortest Path First) atau sering disebut djikstra, memungkinkan pencarian jalur terpendek dari sebuah topologi jaringan untuk mencapai remote network. Dalam mencapai path terpendek algoritma SPF tidak menggunakan jumlah lompatan (hop count) namun algoritma ini menggunakan cost kumulatif dari setiap link antar router untuk mencapai suatu remote network.

Kata-kata Kunci: Table Routing, Routing Protocol, Algoritma SPF (Dijkstra)

I. Pendahuluan

Router berfungsi untuk mengirimkan paket data dari satu network ke network lain sekaligus menentukan jalur terbaik (best path) untuk mencapai network tujuan, untuk menjalankan fungsi tersebut router menggunakan tabel yang disebut table routing yang mana table tersebut berisikan informasi keberadaan beberapa network, baik yang terhubung langsung (directly connected network) maupun network yang tidak terhubung langsung (remote network).

Sebagai administrator jaringan cukup mengkonfigurasi IP address pada setiap interface kemudian mengaktifkan protocol routing, protokol inilah yang digunakan router untuk mengenali jaringan kemudian menginformasikan jaringan miliknya ke router-router lainnya selanjutnya protocol routing akan menentukan jalur terbaik (best path) menuju network tujuan dan memasukkan best path tersebut kedalam table routing dalam bentuk entry routing.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Open Shortest Path First

OSPF (Open Shortest Path First) merupakan protocol routing link state dan digunakan untuk menghubungkan router-router yang berada dalam satu Autonomous System (AS) sehingga protocol routing ini juga termasuk kategori Interior Gateway Protocol (IGP). Autonomous System (AS) merupakan kumpulan router-router yang berada dibawah kendali administrasi dan strategi routing yang sama.

Umumnya OSPF diterapkan pada jaringan skala besar karena memiliki kemampuan untuk mencapai kondisi convergence yang sangat cepat, baik pada saat jaringan pertama dihidupkan maupun bila terjadi perubahan jaringan. Untuk dapat menangani jaringan yang berskala besar, maka OSPF menggunakan konsep area dalam

implementasinya. Pengimplementasian OSPF dikenal dengan 2 cara yaitu Single Area OSPF dan Multi Area OSPF.

2.2 Karakteristik OSPF

Protokol routing OSPF memiliki karakteristik sebagai berikut:

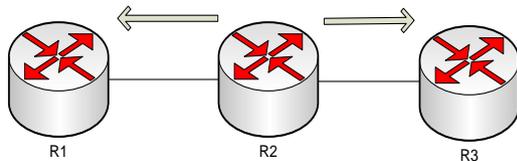
- Merupakan link state routing protocol, sehingga setiap router memiliki gambaran topologi jaringan.
- Menggunakan Hello Packet untuk mengetahui keberadaan router tetangga (neighbor router).
- Routing update hanya dikirimkan jika terjadi perubahan dalam jaringan dan dikirimkan secara multicast.
- Dapat bekerja dengan konsep hirarki karena dapat dibagi berdasarkan konsep area.
- Menggunakan cost sebagai metric, dengan cost terendah yang akan menjadi metric terbaik.
- Tidak memiliki keterbatasan hop count, tidak seperti RIP yang hanya bisa menjangkau 15 hop count.
- Merupakan classless routing protocol.
- Secara default nilai Administrative Distance 110.
- Memiliki fitur authentication pada saat pengiriman routing update.

2.3 Router OSPF

Router yang menjalankan OSPF hanya akan bertukar informasi routing (routing update) dengan router OSPF lainnya yang berada dalam satu autonomous system (AS). Namun sebelum melakukan pertukaran informasi routing tersebut melakukan beberapa tahapan. Router OSPF akan mengirimkan beberapa paket OSPF yang kesemuanya digunakan untuk membangun link state database dan dengan menjalankan shortest path first (SPF) djikstra algoritma akan dihasilkan table routing yang akurat, pada OSPF dikenal kondisi adjacency antar router. Sebelum router-

router tersebut bertukar informasi routing maka sebuah router harus terlebih dahulu mencapai kondisi adjacency dengan router tetangganya.

Adjacency dengan R1 dan R3



Gambar 1. R2 adjacency dengan R1 dan R3

Gambar 1 di atas memperlihatkan R2 yang akan ber-adjacency dengan R1 dan R3, untuk dapat bertukaran informasi routing. Tentunya R1 juga berusaha untuk adjacency dengan R2 begitu pula dengan R3 akan berusaha adjacency dengan R2. Setelah mencapai kondisi adjacency Antara satu router dengan router lainnya, maka router tersebut akan berusaha mewujudkan jaringan yang convergence yaitu jaringan dimana router-router didalamnya telah memiliki table routing yang akurat dan terbaru, sehingga semua network dalam jaringan OSPF akan terhubung pada kondisi ini. Untuk mencapai kondisi convergence, router-router yang menjalankan OSPF akan terlebih dahulu mengumpulkan informasi tentang status dari directly connected network yang dimilikinya, ini lah yang mendasarkan nalink state routing protocol karena router-router selalu berusaha mengumpulkan state dari setiap interfacenya (link). Informasi dari status link ini Antara lain beberapa interface yang dimilikinya, beberapa network yang dimilikinya dan jenis jaringan apa yang dimilikinya, informasi tersebut dikumpulkan dan dikirimkan (Flooding) ke seluruh router yang berada dalam satu area melalui sebuah paket yang dinamakan Link State Advertisement (LSA).

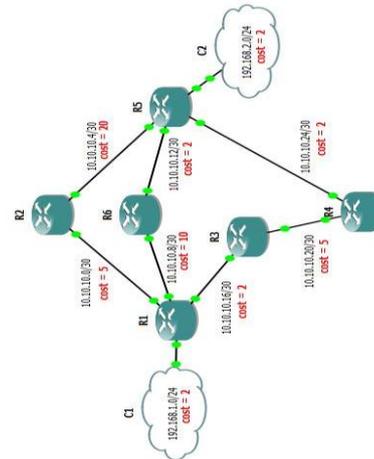
Setiap router yang menerima LSA dari dari router-router lain akan menggunakan LSA tersebut untuk membuat Link State Database, tentu dengan memperhitungkan LSAnya. Setelah LSD terbentuk OSPF kemudian akan menjalankan SPF djikstra algorithm yang akan menghasilkan SPF tree yang mana merupakan gambaran topologi jaringan dan berdasarkan SPF tree yang terbentuk ini kemudian router akan mencari jalur terbaik (best path) untuk menuju ke network tujuan.

LSA hanya akan dikirimkan pada saat router OSPF pertama kali dihidupkan atau pada saat terjadi perubahan jaringan. Dalam kondisi stabil LSA tidak akan dikirimkan hasilnya penggunaan bandwidth dalam jaringan menjadi sedikit.

Informasi yang ada dalam link state database sebuah router memungkinkan router tersebut mengetahui dengan pasti berapa jumlah router lainnya yang ada didalam jaringan. Sebuah router juga akan mengetahui berapa jumlah interface yang dimiliki oleh router-router lain, mengetahui jenis network antar router-router tersebut dan juga

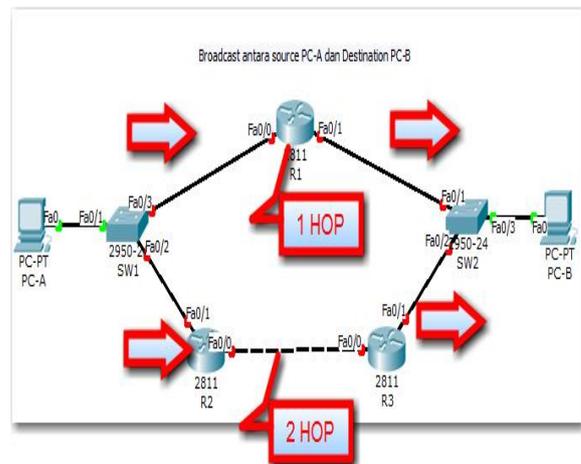
mengerahui cost dari setiap link yang ada dalam jaringan. Link state database inilah yang membuat router OSPF memiliki pengetahuan lengkap tentang topologi jaringan.

III. Hasil Dan Pembahasan



Gambar 2. Perancangan topologi jaringan

Pada dasarnya konsep jaringan yang tidak menerapkan routing protocol OSPF dengan algoritma djikstra akan melakukan tranmsi data secara broadcast sehingga pembagian tidak merata dalam pemilihan jalur transmisi, contoh source dari PC-A dan destination PC-B dengan router sebagai hop



Gambar 3. Proses broadcast

Ketika data dari PC-A di kirim ke PC-B maka data tersebut akan disegmentasi menjadi beberapa bagian bit bit data yang akan dikirim melalui 2 jalur secara acak yang mana jalur pertama melawati satu router (1 hop) dan yang jalur kedua melewati 2 router (2 hop) hal ini menyebabkan data tersebut menjadi terbagi meskipun nantinya akan di desegmentasi di PC-B namun untuk skala jaringan besar disarankan untuk memilih jalur terbaik yaitu melalui jalur 1.

Untuk itu di butuhkan algoritma djikstra yaitu sebuah algoritma rakus (greedy algorithm) yang dipakai dalam memecahkan permasalahan jarak terpendek (shortest path problem) untuk sebuah graf berarah (directed graph) dengan bobot-bobot sisi (edge weights) yang bernilai tak-negatif.

Algoritma djikstra menggunakan routing protocol yang di sebut OSPF dimana menerapkan salah satunya Broadcast Multiaccess yang nantinya OSPF akan mengirimkan traffic multicast dalam pencarian router-router neighbor-nya, dan mencari jalur terbaik yang di tentukan dari cost di link tersebut.

3.1 Pada kasus digambar 2

Jika R1 ingin menuju Network 192.168.2.0/24 maka R1 dapat menemukannya melalui R2 dengan cost = 27, ini merupakan akumulasi atau penjumlahan semua cost pada setiap link yang digunakan R1 untuk menuju network 192.168.2.0/24.

R1 Network Tujuan 192.168.2.0/24

Terdapat 3 jalur yang akan dilewati yaitu :
Path (LINK)

R1 > R2 > R5

R1 > R6 > R5

R1 > R3 > R4 > R5

Cost

Link R1 > R2 > R5 = (5 + 20 + 2) = 27

Link R1 > R6 > R5 = (10 + 2 + 2) = 14

Link R1 > R3 > R4 > R5 (2 + 5 + 2 + 2) = 11

(best path)

Dari cost tersebut maka diperoleh bahwa link Link R1 > R3 > R4 > R5 merupakan best path atau jalur yang terbaik yang akan dilalui.

Dari Perhitungan diatas terlihat bahwa R1 memiliki 3 buah alternatif jalur (path) untuk menuju network 192.168.2.0/24, dari ketiga path tersebut cost yang melalui R3 adalah yang terendah, karena algoritma djikstra akan mencari path dengan cost terbaik (terendah) maka path yang melalui R3 yang akan dipilih oleh R1,

Cost yang dibutuhkan jika melalui R3 hanyalah 11, dapat dilihat bahwa algoritma djikstra akan memilih cost terendah sebagai best path, walaupun path tersebut akan memiliki hop count yang lebih banyak dibanding dengan path yang lain.

Dapat dilihat juga bahwa R1 mengetahui dengan pasti cost dari link Antara R3 dan R4, juga cost Antara link R4 dan R5, begitu juga dengan nilai cost dari setiap link Antara router lainnya sehingga dapat disebut juga protocol routing link state mempunyai pengetahuan tentang topologi keseluruhan jaringan.

3.2 Proses penyusunan tabel routing (link state process)

Yang dilakukan oleh R1 sehingga router tersebut bisa mendapatkan informasi cost dari setiap path atau link maka R1 pada jaringan tersebut melakukan tahapan sebagai berikut:

1. R1 akan mendeteksi status dari semua directly connected networknya, apakah dalam kondisi up atau down.
 2. R1 akan berusaha untuk mendeteksi keberadaan router tetangganya (neighbor) dengan mengirimkan hello paket, selain berusaha mendeteksi keberadaan router neighbornya, R1 juga berusaha untuk mencapai adjacency dengan router neighbornya tersebut. Dalam topologi ini R1 berusaha untuk mencapai adjacency dengan R2, R3 dan R6.
 3. R1 kemudian membuat Link State Packet (LSP) yang berisi informasi tentang directly connected network yang dimilikinya. LSP ini juga dibuat dengan memperhitungkan informasi dari router neighbor, jenis link dan besaran bandwidth pada link Antara dirinya dan router neighbor tersebut.
 4. R1 kemudian akan mengirimkan (melakukan flood) LSPnya kepada R2, R3 dan R6. R2 yang menerima LSP dari R1 akan menyimpan LSP tersebut pada databasenya, selain menyimpannya R2 juga akan meneruskan LSP milik R1 ini ke R5, ini juga dilakukan oleh R6 yang akan meneruskan LSP milik R1 kepada R5 sedangkan R3 akan meneruskan LSP tersebut ke R4 dan dari R4 akan meneruskan lagi ke R5, LSP milik R1 ini akan disebar (flooding) ke seluruh router yang berada dalam satu area.
 5. Selain R1 yang membuat LSP, router-router lainnya juga akan membuat LSP dan mengirimkan LSPnya masing-masing ke seluruh router yang ada dalam satu area. Selain mengirimkan LSP setiap router yang menerima LSP tetangganya juga akan menyimpan LSP tersebut dalam databasenya sendiri.
 6. Setelah R1 menerima LSP yang dibuat oleh router-router lain, R1 akan menggunakan semua LSP yang diterimanya tersebut untuk membuat database. Dari database tersebut R1 dapat mengetahui dengan jelas gambaran topologi yang ada untuk kemudian menentukan best path untuk menuju ke setiap remote network.
 7. Best path yang didapat R1 kemudian dimasukkan ke dalam table routing sebagai entry route hasil dari routing protocol link state. Gambaran topologi jaringan beserta best path ke setiap remote network akan didapat oleh R1 dengan menggunakan algoritma djikstra.
- Jika Ip Address telah dikonfigurasi dengan benar maka R1 akan memiliki 4 directly connected network, yaitu:

- 10.10.10.0 /30

- 10.10.10.8 /30
- 10.10.10.16 / 30
- 192.168.1.0 / 24

Setelah mengetahui directly connected networknya dalam keadaan up maka R1 akan berusaha mengetahui status dari ke 4 link tersebut.

Link 1

Network : 10.10.10.0 /30
 Ip Address : 10.10.10.1
 Jenis Jaringan : Ethernet
 Cost : 5
 Neighbor : R2

Link 2

Network : 10.10.10.8 /30
 Ip Address : 10.10.10.9
 Jenis Jaringan : Ethernet
 Cost : 10
 Neighbor : R6

Link 3

Network : 10.10.10.16 /30
 Ip Address : 10.10.10.17
 Jenis Jaringan : Ethernet
 Cost : 2
 Neighbor : R3

Link 4

Network : 192.168.1.0 /24
 Ip Address : 192.168.1.1
 Jenis Jaringan : Ethernet
 Cost : 2
 Neighbor : -

Tahap selanjutnya R1 akan mencapai kondisi adjacency dengan ketiga router neighbornya baik R2 maupun R3 , untuk mencapai kondisi tersebut setiap router yaitu R2, R3 dan R6 juga harus mengirimkan hello packet ke R1, jika parameter dalam hello packet tersebut sama, maka R1 akan mencapai kondisi adjacency dengan setiap neighbornya.

Setelah mencapai adjacency dengan setiap routernya R1 akan memuat Link State Packet (LSP) yang sebenarnya berisikan paket status dari directly connected network atau link yang dimiliki oleh R1.

LSP yang dibuat oleh R1 adalah sebagai berikut:

- R1 terhubung ke R2 melalui network 10.10.10.0 /30 dengan cost 5
- R1 terhubung ke R6 melalui network 10.10.10.8 /30 dengan cost 10
- R1 terhubung ke R3 melalui network 10.10.10.16 /30 dengan cost 2
- R1 terhubung ke network 192.168.1.0 /24 dengan cost 2.

Selain R1 yang membuat LSP, router-router lainnya juga membuat LSP yang akan di flooding (disebarkan) keseluruh router yang berada di dalam satu area yang mengakibatkan R1 juga akan menerima LSP yang dibuat oleh R2, R3, R4, R5 maupun R6. LSP yang diterima oleh R1 nantinya akan digunakan untuk pembangunan database di R1.

Tabel 1. Database yang dimiliki oleh R1

LSP dari	Neighbor	Network	cost
R1	R2	10.10.10.0/30	5
	R6	10.10.10.8/30	10
	R3	10.10.10.16/30	2
R2	-	192.168.1.0/24	2
	R1	10.10.10.0/30	5
	R5	10.10.10.4/30	20
R3	R1	10.10.10.16/30	2
	R4	10.10.10.20/30	5
R4	R3	10.10.10.20/30	5
	R5	10.10.10.24/30	2
R5	R2	10.10.10.4/30	20
	R4	10.10.10.24/30	2
	R6	10.10.10.12/30	2
R6	-	192.168.5.0/24	2
	R1	10.10.10.8/30	2
	R5	10.10.10.12/30	2

Selanjutnya R1 akan melakukan pembuatan Tree berdasarkan database tersebut untuk mendapatkan jalur terbaik.

3.3 Implementasi OSPF

Rancangan topologi untuk perhitungan cost dari OSPF untuk memilih jalur terbaik.

Melihat jalur dari PC1 ke PC2

```
PC>tracert 172.16.10.1
Tracing route to 172.16.10.1 over a maximum of 30 hops:
  0  1 ms    0 ms    0 ms    192.168.1.254
  1  5 ms    0 ms    0 ms    10.10.30.2
  2  0 ms    0 ms    10 ms   10.10.40.2
  3  11 ms   13 ms   12 ms   10.10.50.2
  4  12 ms   13 ms   10 ms   172.16.10.1
Trace complete.
```

Gambar 4. Jalur dari PC1 ke PC2

Terlihat bahwa jalur yang dilalui adalah jalur R4, routing table dari R1 adalah

```
R1#sh ip route ospf
 10.0.0.0/30 is subnetted, 5 subnets
 O 10.10.20.0 [110/140] via 10.10.30.2,
 00:00:02, FastEthernet1/0
 O 10.10.40.0 [110/20] via 10.10.30.2, 00:00:02,
 FastEthernet1/0
 O 10.10.50.0 [110/40] via 10.10.30.2, 00:00:02,
 FastEthernet1/0
 172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

O 172.16.10.0 [110/50] via 10.10.30.2, 00:00:02, FastEthernet1/0

[110/50] merupakan administrative distance / metric, jumlah metric atau cost adalah 50 merupakan:

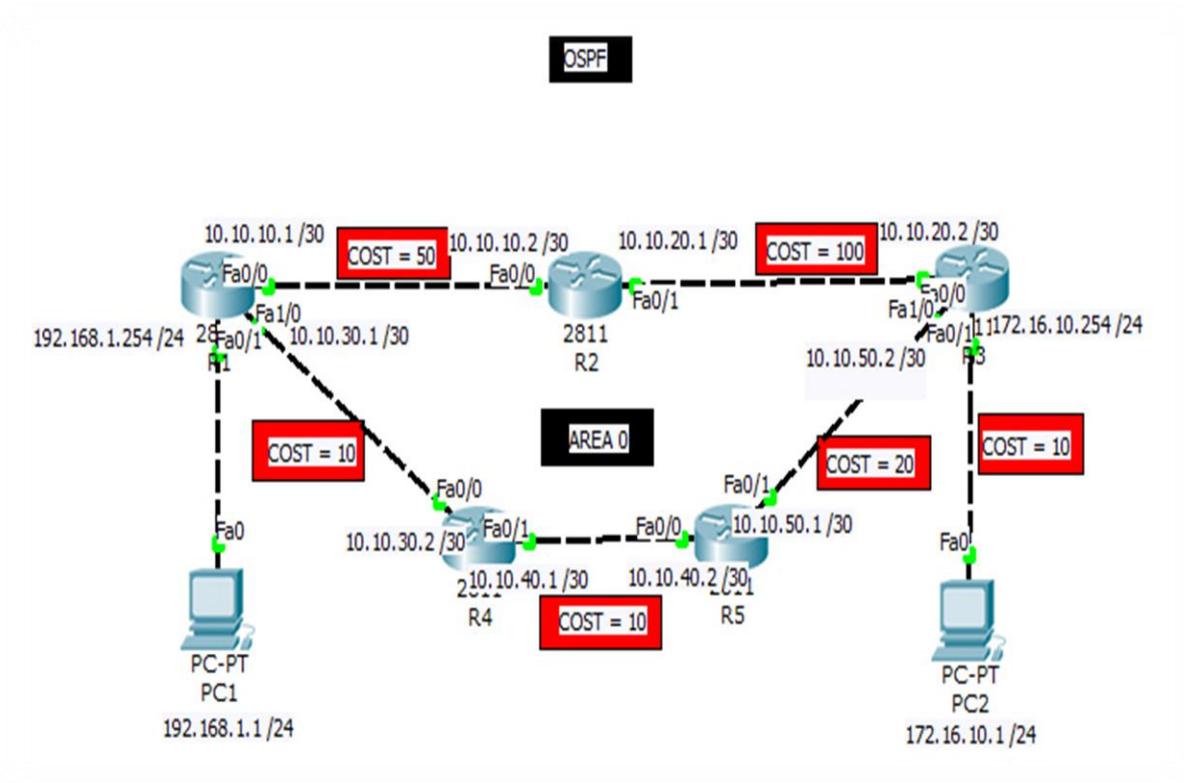
Cost R1 ke R3 = 10
 Cost R3 ke R4 = 10

Cost R4 ke R5 = 20

Cost R5 ke PC2 = 10

Jumlah 10 + 10 + 20 + 10 = 50

jalur dari R2 tidak di pilih karena akan memiliki metric 50 + 100 + 10 = 160 , ini bernilai lebih besar dari nilai jalur R4.



Gambar 5.

Dapat dibuktikan jika link dari R1 ke R3 di putus maka

Tracert dari PC1 ke PC2

```
PC>tracert 172.16.10.1
Tracing route to 172.16.10.1 over a maximum of 30 hops:
  0  0 ms  0 ms  0 ms  192.168.1.254
  1  2 ms  0 ms  0 ms  10.10.10.2
  2  1 ms  0 ms  0 ms  10.10.20.2
  3  0 ms  0 ms  0 ms  172.16.10.1
Trace complete.
```

Gambar 6. Jalur dari PC1 ke PC2

Terlihat bahwa Router akan melalui jalur R2
 Routing table R1

```
R1#show ip route ospf
 10.0.0.0/30 is subnetted, 4 subnets
 O   10.10.20.0 [110/150] via 10.10.10.2,
 00:02:21, FastEthernet0/0
 O   10.10.40.0 [110/180] via 10.10.10.2,
 00:02:21, FastEthernet0/0
 O   10.10.50.0 [110/170] via 10.10.10.2,
 00:02:21, FastEthernet0/0
 172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
 O   172.16.10.0 [110/160] via 10.10.10.2,
 00:02:21, FastEthernet0/0
```

$$\begin{aligned} \text{Metric} &= \text{R1 ke R2} + \text{R2 ke R5} + \text{R5 ke PC2} \\ &= 50 + 100 + 10 \\ &= 160 \end{aligned}$$

Hal ini membuktikan bahwa nilai cost yang terendah lah yang akan diambil.

IV. Kesimpulan

1. Memiliki informasi topologi jaringan yang lengkap karena setiap router mampu membuat database yang memiliki informasi lengkap tentang router-router yang ada di jaringan tersebut.
2. Waktu convergence yang cepat dapat di peroleh dengan Dengan algoritma djikstra pada jaringan karena jika ada perubahan didalam jaringan maka router akan segera melakukan flooding LSP untuk memberitahukan ke semua router bahwa terjadi perubahan jaringan.
3. Pengiriman informasi routing tidak periodic karena pengiriman informasi routing LSP terjadi jika ada perubahan pada jaringan.
4. Pengiriman informasi routing hanya terjadi untuk link yang mengalami perubahan , yang tidak mengalami perubahan tidak akan disertakan pada proses pengiriman informasi routing.
5. Pengimplementasian dapat berbentuk hirarki dimana router-router dapat dikelompokkan dalam area tertentu dan Antara area satu sama yang lain dapat di konfigurasi secara hirarki hal ini juga dapat mencegah terjadinya flooding LSP karena LSP hanya akan di flooding di dalam satu area.

Daftar Pustaka

- [1] Edi, Doro. 2009. *Kajian Algoritma Routing dalam Jaringan Komputer*. Universitas Kristen Maranatha. Bandung
- [2] Handaka, Michell Setyawati. 2010. *Perbandingan Algoritma Dijkstra (Greedy), Bellman-Ford (BFS-DFS), dan Floyd-Warshall (Dynamic Programming) dalam Pengaplikasian Lintasan Terpendek pada Link-State Routing Protocol*. Institut Teknologi Bandung
- [3] <http://id.wikipedia.org/wiki/Algoritmaidjstra>
- [4] Mohammed H. Sqalli, Sadiq M. Sait, and Syed A. 2011, *OSPF Weight Setting Optimization For Single Link Failures*, International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.3, No.1, Dhahran, Saudi Arabia.
- [5] Rendra Twidjojo, 2002, Konsep & implementasi routing dengan router mikrotik 100 % connected, jasakom