

# DESAIN DAN SIMULASI INTERNAL BORDER GATEWAY PROTOCOL (IBGP) MENGGUNAKAN GRAPHICAL NETWORK SIMULATOR (STUDI KASUS PADA JARINGAN UNIVERSITAS DIPONEGORO)

I Gede Putra Yasa W<sup>\*)</sup>, Adian Fatchur R, and Yuli Christyono

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail : [gedeputra.2604@gmail.com](mailto:gedeputra.2604@gmail.com)

## Abstrak

iBGP merupakan routing protokol yang digunakan untuk melakukan routing pada jaringan iGP. iBGP memiliki banyak policy yang dapat digunakan untuk memanipulasi routing information yang akan dikirimkan atau diterima router BGP. Policy ini antara lain multipath, confederation, router reflector, next hop dan route map. Hasil pengujian yang diperoleh adalah router fakultas dan router core dapat melakukan routing menggunakan protokol iBGP. Pada iBGP dapat diimplementasikan redundancy, load sharing, confederation, router reflector dan route map. Hubungan router fakultas dengan router core menggunakan metode redundancy, load sharing, confederation next hop dan router reflector. Hubungan core dengan edge menggunakan metode metode redundancy, load sharing, confederation, dan route map. Route map digunakan agar router edge tidak mengirimkan prefix length antara core dengan router fakultas menuju router dengan nomor AS berbeda. Pada pengujian router EDGE1 dan EDGE2 memiliki masing-masing 64 buah prefix length sedangkan pada router ISP1 dan ISP2 hanya mendapatkan 18 buah prefix length. Hal ini menunjukkan manipulasi informasi pada tabel bgp berhasil dilakukan.

Kata Kunci : Jaringan, BGP, iBGP, GNS3

## Abstract

iBGP is a routing protocol used to perform routing on the network IGP. iBGP has a lot of policies that can be used to manipulate the routing information to be transmitted or received BGP routers. Policy include multipath, confederation, router reflector, next hop and route map. The test results obtained are faculty routers and core routers to perform routing using iBGP protocol. In iBGP can be implemented redundancy, load sharing, confederation, router reflector and route map. Relationships between faculty router and core routers using redundancy, load sharing, confederation next hop and router reflector. Relationship between core and edge methods using redundancy, load sharing, confederation, and route map. Route map is used so that the edge router does not send prefix length between core router to the router faculty with different AS numbers. In testing routers and EDGE2 EDGE1 have 64 prefix length while the router ISP1 and ISP2 only get 18 prefix length. This suggests the manipulation of information in BGP tables successfully performed.

Kata Kunci : Jaringan, BGP, iBGP, GNS3

## 1. Pendahuluan

Saat ini kebutuhan pengguna yang menginginkan tersedianya jaringan yang cepat, aman dan stabil menyebabkan teknologi jaringan komputer berkembang dengan pesat. Hal ini tentu saja menyebabkan para administrasi jaringan mengupgrade dan memaintenance jaringan yang dibawahinya. Berdasarkan skala ukurannya, jaringan komputer terdiri dari *Local Area Network (LAN)*, *Metro Area Network (MAN)*, *Wide Area Network (WAN)* dan *Internet* yang mencakup jaringan komputer seluruh dunia<sup>[1]</sup>. Jaringan *LAN* merupakan jaringan yang berada di

suatu lokasi yang sama atau berdekatan, contohnya pada suatu gedung. Sedangkan *MAN*<sup>[8]</sup> dan *WAN*<sup>[3]</sup> adalah suatu jaringan internal yang letak hardwarenya terpisah-pisah.

Salah satu teknologi yang dikenal dalam mendukung WAN adalah *Border Gateway Protocol*. BGP adalah protokol *routing* inti dari *internet* yg digunakan untuk melakukan pertukaran informasi *routing* antar jaringan. BGP bekerja dengan cara memetakan sebuah tabel IP *network* yang menunjuk ke jaringan yg dapat dicapai antar *Autonomous System (AS)*. *Internal BGP* digunakan jika dalam satu *Autonomous System (AS)* atau jaringan

internal AS yang sama ingin menggunakan konfigurasi BGP. Dalam laporan ini mencoba meneliti tentang iBGP karena iBGP memiliki algoritma jalur terbaik (*best path algorithm*) dalam membuat tabel routingsnya. Hal ini dikarenakan iBGP merupakan *routing* protokol yang bersumber dari BGP yang memiliki tujuan mempertukarkan *network reachability information* antar router BGP. Oleh karena itu, iBGP juga memiliki banyak aturan penentuan jalur yang dapat dimanipulasi agar didapatkan jalur routing yang lebih baik.

Penelitian ini melakukan penelitian untuk melihat penggunaan iBGP sebagai *backbone* jaringan internal Universitas Diponegoro. Penelitian yang dilakukan adalah membuat perancangan jaringan iBGP dengan area cakupan dari router EDGE hingga router tingkat Fakultas di Universitas Diponegoro menggunakan GNS3. Pengujian dilakukan sebanyak dua tahap yaitu pengujian menggunakan GNS3 dan pengujian pada laboratorium. Pengujian menggunakan GNS3 dilakukan untuk mendapatkan hasil pengujian berupa performansi, kemampuan redundansi, dan *load sharing*. Pengujian pada laboratorium dilakukan untuk mengetahui kemampuan router dalam melakukan *routing* menggunakan protokol *iBGP*.

Tujuan pembuatan penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan rancang jaringan internal BGP dengan area cakupan dari router EDGE hingga router tingkat Fakultas di Universitas Diponegoro.
2. Simulasi pengujian performansi, redundansi dan *load sharing*.

Untuk menyederhanakan permasalahan dalam penelitian ini maka akan diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Membahas Jaringan Universitas Diponegoro pada tingkat distribusi.
2. Routing protokol IGP menggunakan iBGP.
3. Routing protokol EGP menggunakan BGP.

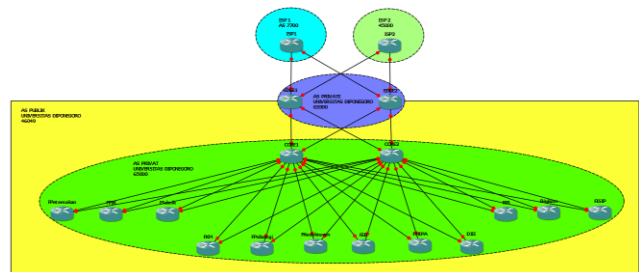
## 2. Metode

Perancangan sistem ini membutuhkan 18 router untuk digunakan sebagai router IGP pada jaringan Universitas Diponegoro dan 2 router sebagai router ISP 1 dan ISP 2. Pada sistem yang akan dibangun pada simulasi GNS3 menggunakan IOS dari router Cisco 3640 dengan nama IOS c3640-jk9s-mz.124-16.bin. IOS ini digunakan karena mendukung kinerja iBGP dengan penggunaan *memory* yang kecil (128 MB) untuk masing-masing router.

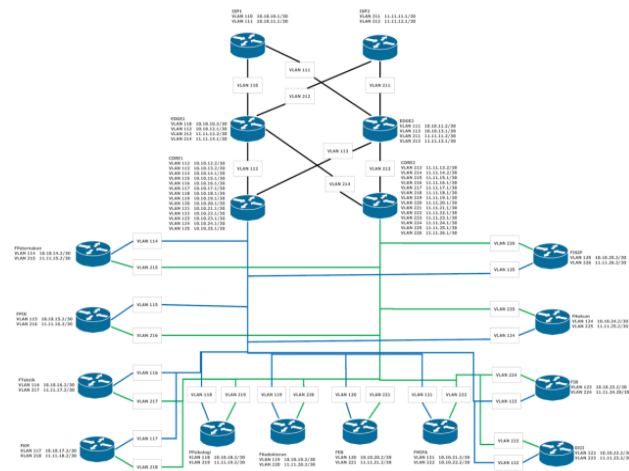
### 2.1. Perancangan iBGP Pada tingkat Fakultas

Pada tingkat Fakultas iBGP *disetting* sebagai pengganti *routing protocol* IGP yang sudah *existing* (OSPF). iBGP pada tingkat Fakultas *disetting* sehingga memiliki *redundant link* menuju CORE. Jadi tiap-tiap router pada tingkat Fakultas memiliki koneksi ke CORE1 dan

CORE2. Hal ini untuk mencegah apabila ada salah satu *link* dari router Fakultas menuju CORE yang putus maka router Fakultas masih dapat terhubung menggunakan *link* yang lain. Pada hubungan router CORE dengan router tingkat Fakultas juga *disetting private AS* sehingga memiliki *policy* yang berbeda dengan *private AS* pada hubungan EDGE dengan CORE. *Private AS* ini difungsikan sebagai *local AS* sehingga pada *local AS* ini dapat *disetting policy* yang sesuai untuk router tingkat fakultas. Pada router CORE dapat *disetting* sehingga rute-rute yang dipelajari hanya rute yang dipelajari melalui AS 46049. *Local AS* digunakan untuk memastikan bahwa semua trafik yang berasal dari router tingkat Fakultas melewati router CORE dahulu karena pada tingkat CORE terdapat *filtering* dan *web cache*.



Gambar 1 topologi fisik iBGP



Gambar 2 topologi logikal iBGP

### 2.2. Perancangan iBGP pada tingkat CORE

CORE berfungsi sebagai router yang menjembatani antara router tingkat Fakultas dengan router tingkat EDGE. Pada CORE memiliki 2 AS lokal. AS yang menghadap ke arah EDGE dengan AS yang menghadap ke arah Fakultas. AS lokal pada BGP berfungsi untuk pengganti hubungan *mesh* karena iBGP tidak dapat menerima *prefix updated* dari router iBGP yang lain. Menurut<sup>[6]</sup> iBGP dapat "dipaksa" menerima *prefix updated* dari router iBGP yang lain dengan cara menggunakan hubungan *mesh*, *route reflector* atau *BGP confederation*.

### 2.3. Perancangan BGP pada tingkat EDGE

Pada router EDGE terdapat konfigurasi eBGP dan iBGP. iBGP digunakan router EDGE untuk berkomunikasi dengan router CORE. Sedangkan eBGP digunakan router EDGE untuk berkomunikasi dengan router PE (Provider Edge) yaitu router yang dimiliki oleh ISP yang terhubung ke router EDGE Universitas Diponegoro. Universitas Diponegoro tersambung dengan dua ISP yaitu ISP 1 dengan nomor AS 7700 dan ISP 2 dengan nomor AS 45000. Oleh karena router EDGE terhubung dengan dua ISP maka digunakan metode *load sharing*. Metode *load sharing* merupakan metode untuk mendistribusikan incoming/outgoing traffic melalui jalur yang beragam.

## 3. Hasil dan Analisa

### 3.1. Pengujian Performansi

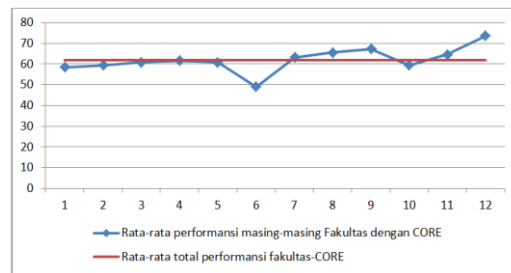
Pengujian *performansi* dilakukan untuk mengetahui kemampuan router fakultas dalam pengiriman data sebesar 15000 *byte*. Pada pengujian ini waktu yang diukur adalah waktu yang diperlukan oleh suatu paket yang dikirim dari router Fakultas menuju router tujuan dan dikembalikan menuju router Fakultas. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali.

Pengujian dilakukan 2 kali yaitu pengujian dari router fakultas menuju router CORE dan dari router fakultas menuju router EDGE. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk masing-masing router fakultas. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah.

Tabel 1 Hubungan router Fakultas dengan router CORE

No	Router	Pengujian (ms)					
		$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$	$\Delta t_4$	$\Delta t_5$	$\Delta t_{Total/Fakultas}$
1	FPeternakan	52	56	52	68	64	58,4
2	FPIK	56	56	48	60	76	59,2
3	FTeknik	68	68	52	52	64	60,8
4	FKM	64	48	44	76	76	61,6
5	FPsikologi	60	52	64	64	64	60,8
6	FKedokteran	52	44	36	52	60	48,8
7	FEB	72	44	52	80	68	63,2
8	FMIPA	64	60	68	56	80	65,6
9	DIII	64	76	64	64	68	67,2
10	FIB	64	48	68	64	52	59,2
11	FHukum	52	68	80	64	60	64,8
12	FISIP	68	56	76	84	84	73,6
<b>Rata-rata</b>							<b>61,93</b>

Hasil dari data waktu tunda diatas dapat diubah kedalam grafik seperti dibawah.



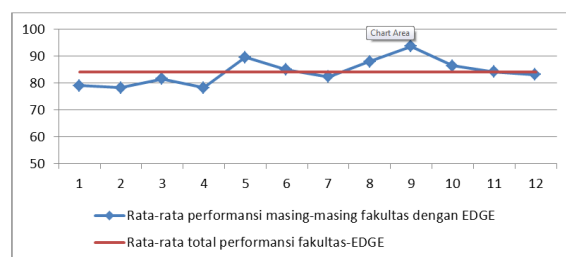
Gambar 3 Grafik perbandingan waktu tunda masing-masing fakultas dengan rata-rata total fakultas

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata waktu tunda masing-masing fakultas tidak berbeda jauh dengan rata-rata total fakultas. Nilai waktu tunda rata-rata fakultas yang mendekati nilai waktu tunda rata-rata fakultas dimiliki oleh router FTeknik, FKM, FPsikologi, dan FEB.

Tabel 2 Hubungan router Fakultas dengan router EDGE

No	Router	Pengujian (ms)					
		$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$	$\Delta t_4$	$\Delta t_5$	$\Delta t_{Total/Fakultas}$
1	FPeternakan	80	84	76	84	72	79,2
2	FPIK	92	80	68	64	88	78,4
3	FTeknik	96	68	84	80	80	81,6
4	FKM	96	84	84	60	68	78,4
5	FPsikologi	76	96	96	92	88	89,6
6	FKedokteran	96	96	64	80	88	84,8
7	FEB	84	84	72	84	88	82,4
8	FMIPA	80	88	96	84	92	88
9	DIII	96	96	96	96	84	93,6
10	FIB	96	84	80	84	88	86,4
11	FHukum	96	80	88	92	64	84
12	FISIP	84	96	92	68	76	83,2
<b>Rata-rata</b>							<b>84,13</b>

Hasil dari data waktu tunda diatas dapat diubah kedalam grafik seperti dibawah.



Gambar 4 Grafik perbandingan waktu tunda masing-masing fakultas dengan rata-rata total fakultas

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata waktu tunda masing-masing fakultas tidak berbeda jauh dengan

rata-rata total fakultas. Nilai waktu tunda router fakultas yang mendekati nilai waktu tunda rata-rata fakultas dimiliki oleh router FKedokteran, FEB, FHukum, dan FISIP.

### 3.2 Pengujian Redundansi

Pada pengujian *Redundansi* dilakukan dengan melakukan pelacakan jalur dari router fakultas (diambil *sampel* dengan menggunakan router FKedokteran) menuju router EDGE. Pengujian dilakukan dengan perintah *traceroute* dari router fakultas.

#### Kondisi 1 : CORE1 down dan CORE2 up

```
FKedokteran#trace 10.10.10.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.10.2

 1 11.11.20.1 64 msec 56 msec 32 msec
 2 10.10.13.1 60 msec * 92 msec
```

Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 11.11.20.1 dan 10.10.13.1. 11.11.20.1 adalah *ip address* CORE2 dan 10.10.13.1 adalah *ip address* EDGE1.

```
FKedokteran#trace 11.11.12.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.11.12.2

 1 11.11.20.1 24 msec 28 msec 48 msec
 2 10.10.13.1 116 msec * 64 msec
```

Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 11.11.20.1 dan 10.10.13.1. 11.11.20.1 adalah *ip address* CORE2 dan 10.10.13.1 adalah *ip address* EDGE1.

```
FKedokteran#trace 10.10.11.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.11.2

 1 11.11.20.1 44 msec 32 msec 44 msec
 2 11.11.13.1 24 msec * 24 msec
```

Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 11.11.20.1 dan 11.11.13.1. 11.11.20.1 adalah *ip address* CORE2 dan 11.11.13.1 adalah *ip address* EDGE2.

```
FKedokteran#trace 11.11.11.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.11.11.2

 1 11.11.20.1 32 msec 56 msec 28 msec
 2 11.11.13.1 80 msec * 28 msec
```

Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 11.11.20.1 dan 11.11.13.1.

11.11.20.1 adalah *ip address* CORE2 dan 11.11.13.1 adalah *ip address* EDGE2.

Pada kondisi CORE1 *down* dan CORE2 *up* dapat dilihat bahwa jalur pertama yang dipilih selalu 11.11.20.1 yang merupakan *ip address* CORE2. Hal ini dikarenakan jalur yang terbuka untuk menuju router EDGE dari router fakultas adalah jalur CORE2.

#### Kondisi 2 : CORE1 up dan CORE2 down

```
FKedokteran#trace 10.10.10.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.10.2

 1 10.10.19.1 64 msec 56 msec 32 msec
 2 10.10.12.1 68 msec * 84 msec
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE1 yang terhubung dengan router ISP1 (10.10.10.2). Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 10.10.19.1 dan 10.10.12.1. 10.10.19.1 adalah *ip address* CORE1 dan 10.10.12.1 adalah *ip address* EDGE1.

```
FKedokteran#trace 11.11.12.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.11.12.2

 1 10.10.19.1 16 msec 48 msec 0 msec
 2 10.10.12.1 124 msec * 72 msec
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE1 yang terhubung dengan router ISP2 (11.11.12.2). Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 10.10.19.1 dan 10.10.12.1. 10.10.19.1 adalah *ip address* CORE1 dan 10.10.12.1 adalah *ip address* EDGE1.

```
FKedokteran#trace 10.10.11.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.11.2

 1 10.10.19.1 64 msec 64 msec 28 msec
 2 11.11.14.1 80 msec * 28 msec
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE2 yang terhubung dengan router ISP1 (10.10.11.2). Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 10.10.19.1 dan 11.11.14.1. 10.10.19.1 adalah *ip address* CORE1 dan 11.11.14.1 adalah *ip address* EDGE2.

```
FKedokteran#trace 11.11.11.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.11.11.2

 1 10.10.19.1 32 msec 36 msec 44 msec
 2 11.11.14.1 76 msec * 40 msec
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE2 yang terhubung dengan router ISP2 (11.11.11.2). Pada perintah diatas jalur yang dilewati dari router FKedokteran adalah 10.10.19.1 dan 11.11.14.1. 10.10.19.1 adalah *ip address* CORE1 dan 11.11.14.1 adalah *ip address* EDGE2.

Pada kondisi CORE1 *up* dan CORE2 *down* dapat dilihat bahwa jalur pertama yang dipilih selalu 10.10.19.1 yang merupakan *ip address* CORE1. Hal ini dikarenakan jalur yang terbuka untuk menuju router EDGE dari router fakultas adalah jalur CORE1.

### 3.3 Pengujian Load Sharing

Pengujian *load sharing* dilakukan dengan cara melakukan pencarian jalur menggunakan perintah trace.

```
FKedokteran#trace 10.10.10.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.10.2

 1 11.11.20.1 32 msec
   10.10.19.1 44 msec
   11.11.20.1 16 msec
 2 10.10.12.1 64 msec
   10.10.13.1 [AS 65500] 56 msec *
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE1 yang terhubung dengan router ISP1 (10.10.10.2). Pada perintah diatas terdapat 2 jalur yang dilewati dari router FKedokteran. Jalur pertama yaitu melewati router CORE2 (11.11.20.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE1 yang terhubung dengan CORE2 (10.10.13.1). Jalur kedua adalah melewati router CORE1 (10.10.19.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE1 yang terhubung dengan CORE1 (10.10.12.1).

```
FKedokteran#trace 11.11.12.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.11.12.2

 1 11.11.20.1 48 msec
   10.10.19.1 48 msec
   11.11.20.1 12 msec
 2 10.10.12.1 84 msec
   10.10.13.1 [AS 65500] 64 msec *
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE1 yang terhubung dengan router ISP2 (11.11.12.2). Pada perintah diatas terdapat 2 jalur yang dilewati dari router FKedokteran, Jalur pertama yaitu melewati router CORE2 (11.11.20.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE1 yang terhubung dengan CORE2 (10.10.13.1). Jalur kedua adalah melewati router CORE1 (10.10.19.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE1 yang terhubung dengan CORE1 (10.10.12.1).

```
FKedokteran#trace 10.10.11.2

Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 10.10.11.2

 1 11.11.20.1 44 msec
   10.10.19.1 40 msec
   11.11.20.1 40 msec
 2 11.11.14.1 64 msec
   11.11.13.1 [AS 65500] 48 msec *
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE2 yang terhubung dengan router ISP1 (10.10.11.2). Pada perintah diatas terdapat 2 jalur yang dilewati dari router FKedokteran, Jalur pertama yaitu melewati router CORE2 (11.11.20.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE2 yang terhubung dengan CORE2 (11.11.13.1). Jalur kedua adalah melewati router CORE1 (10.10.19.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE2 yang terhubung dengan CORE1 (10.10.12.1).

```
FKedokteran#trace 11.11.11.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 11.11.11.2

 1 11.11.20.1 32 msec
   10.10.19.1 40 msec
   11.11.20.1 32 msec
 2 11.11.14.1 48 msec
   11.11.13.1 [AS 65500] 80 msec *
```

Perintah diatas digunakan untuk mencari jalur dari router FKedokteran menuju ke router EDGE2 yang terhubung dengan router ISP2 (11.11.11.2). Pada perintah diatas terdapat 2 jalur yang dilewati dari router FKedokteran, Jalur pertama yaitu melewati router CORE2 (11.11.20.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE2 yang terhubung dengan CORE2 (11.11.13.1). Jalur kedua adalah melewati router CORE1 (10.10.19.1) lalu dilanjutkan menuju router EDGE2 yang terhubung dengan CORE1 (11.11.14.1).

## 4. Kesimpulan

Pengujian performansi router BGP menggunakan 2 kali pengujian yaitu pengujian waktu tunda dari router fakultas menuju router CORE dan dari router fakultas menuju router EDGE. Hasil dari pengujian pertama didapatkan bahwa performansi router BGP stabil dibuktikan dengan nilai hasil rata-rata performansi masing-masing fakultas dengan CORE tidak berbeda jauh dengan nilai rata-rata total performansi fakultas-CORE yaitu ada pada kisaran 61,93 ms. Hasil pada pengujian kedua juga didapatkan performansi yang stabil dibuktikan dengan nilai hasil rata-rata performansi masing-masing fakultas dengan EDGE tidak berbeda jauh dengan nilai rata-rata total performansi fakultas-EDGE yaitu ada pada kisaran 84,13 ms. Pencegahan adanya *failure link* dilakukan dengan menggunakan metode redundansi *link* yang diterapkan pada simulasi dengan membuat koneksi ganda sehingga apabila ada satu *link* yang mengalami *failure link* yang lain dapat menggantikan. Pengujian load sharing mendapatkan hasil bahwa router BGP dapat mengirimkan traffic menggunakan lebih dari 1 jalur menuju tujuan yang sama. Penggunaan sistem

pengalamatan hirarki dan kemampuannya untuk melakukan manipulasi aliran *traffic* membuat routing protokol BGP sangat scalable untuk perkembangan jaringan di masa mendatang. BGP memiliki routing table sendiri yang memuat *prefix-prefix routing* yang diterimanya dari router BGP lain. *Prefix-prefix* ini juga disertai dengan informasi atribut yang dicantumkan secara spesifik di dalamnya. Pencegahan *Advertizing* / Pengiklanan *suatu prefix length* dari AS satu ke AS lain dilakukan menggunakan metode *community*.

## Referensi

- [1]. Bramantyo, Adhy S., *Optimasi Interdomain Routing dengan BGP pada Stub-Multihomed Autonomous System*, Skripsi S-1, ITB, Bandung, 2007.
- [2]. Halabi, Sam, *BGP4 Case Studies/Tutorial*, Cisco Systems Inc., 1995.
- [3]. Halabi, Sam dan Danny McPherson, *Internet Routing Architectures, Second Edition*, Cisco Press, United States of America, 2000.
- [4]. Hall, Erick A., *Internet Core Protocols : The Definitive Guide*, O'Reilly & Associates Inc, United States of America, 2000.
- [5]. Heriadi, Dodi, *Packet Tracer – Solusi Cerdas Menguasai Internetworking (Konsep & Implementasi)*, C.V. Andi Offset, Yogyakarta, 2012.
- [6]. Lucas, Michael W., *Cisco Routers for Desperate : Router and Switch Management, The Easy Way, Second Edition*, Cisco System Inc., 2009.
- [7]. Odom, Wendell, *CCNP ROUTE 642-902 Official Certification Guide*, Cisco Press, United States of America, 2010.
- [8]. Sofana, Iwan, *Cisco CCNA dan Jaringan Komputer*, Informatika, Bandung, 2009.
- [9]. Yugianto, Gin-Gin dan Oscar Rachman, *Router Teknologi, Konsep, Konfigurasi dan Troubleshooting Berbasis Windows, Cisco, MacOS, Linux & Mikrotik Router*, Informatika, Bandung, 2012.
- [10]. --, *Cisco Press Configuring BGP on Routers Volume 2 Version 3.0*, Cisco System Inc, 2003.