

**IMPLEMENTASI DAN ANALISA PERFORMANSI REDUNDANCY PADA JARINGAN  
MULTICAST DENGAN METODE PROTOCOL INDEPENDENT MULTICAST  
IMPLEMENTATION AND PERFORMANCE ANALYSIS OF REDUNDANCY ON  
MULTICAST NETWORK USING PROTOCOL INDEPENDENT MULTICAST SPARSE  
MODE**

Naufal Dzulficar Anwar<sup>1</sup>Leanna Vidya Yovita, ST., MT.<sup>2</sup>Ratna Mayasari, ST., MT.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik Elektro – Universitas Telkom  
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot, Bandung 40257 Indonesia

[1naufalitt@gmail.com](mailto:1naufalitt@gmail.com)[2leanna@telkomunivers ity.ac.id](mailto:2leanna@telkomunivers ity.ac.id)[3ratnamayas ari07@yahoo.com](mailto:3ratnamayas ari07@yahoo.com)**Abstrak**

Kebutuhan akan layanan multimedia semakin meningkat menyebabkan trafik yang ada di jaringan semakin padat. *Multicast* menjadi metode pengiriman data yang dipilih ketika menggunakan layanan multimedia, karena trafik yang dikirim hanya untuk grup tertentu, sehingga meningkatkan efisiensi dalam penggunaan *bandwidth*. Pada penelitian ini akan menggunakan *Protocol Independent Multicast Sparse Mode (PIM-SM)*. Protokol *redundancy* yang digunakan adalah *Gateway Load Balancing Protocol (GLBP)* and *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)*. Protokol GLBP ini mempunyai fitur yang unik yaitu selain menjadi *gateway redundancy*, protokol ini juga memiliki fitur *load balancing*. Hasil yang didapat dari pengujian kali ini adalah, fitur *load-balancing* yang ada pada protokol GLBP tidak bisa berjalan pada protokol multicast dengan protokol PIM-SM, karena hanya *designated router* yang bisa mengirimkan paket – paket protokol PIM-SM. Hasil *end-to-end delay* dan *jitter* yang didapat telah memenuhi standar ITU-T G.1010 yaitu dibawah 10 detik untuk *end-to-end delay* dan dibawah 1 ms untuk *jitter*. Pada pengukuran *downtime* diperoleh hasil rata – rata yaitu 94.423 detik untuk VRRP, 92.108 detik untuk GLBP, dan 15.411 detik untuk VRRP setelah optimasi. Layanan yang digunakan adalah *audio streaming*.

**Kata kunci:** *Multicast, Redundancy Protocols, PIM – SM, GLBP*

**Abstract**

*Demand for multimedia services is increasing and make traffic on the network more dense. The need of bandwidth also increasing, so it must use a different method of sending data. Multicast become the method to send data, when using multimedia services, because the traffic is send only to certain group, thus improving efficiency in use of bandwidth. In this final task, Protocol Independet Multicast Sparse-Mode (PIM-SM) is used. Redundancy protocol used is Gateway Load Balancing Protocol (GLBP) and Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP). This protocol has unique feature besides its main function as gateway redundancy, it also has load balancing feature. In this test, the result are load balancing feature in GLBP protocol didn't work with PIM-SM protocol, because of only the designated router can send PIM-SM packets. End-to-end delay and jitter achieved in this test have satisfied the ITU-T G.1010 standard, which is under 10 seconds for end-to-end delay and under 1 ms for jitter. Downtime achieved for VRRP was 94.423 seconds, 92.108 seconds for GLBP, and 15.411 for VRRP after optimization. Audio streaming service is used in this final task.*

**Keywords :** *Multicast, Redundancy Protocols, PIM – SM, GLBP*

**1. Pendahuluan**

*Multicast* mempunyai protokol *routing* sendiri. Diantaranya adalah MOSPF, DVMRP dan PIM. PIM-SM menggunakan metode *pull*. Dengan metode *pull*, *multicast router* hanya menunggu *request* dari router yang menginginkan trafik *multicast*. *Multicast router* tersebut dinamakan RP. Dibandingkan dengan PIM-DM, PIM-SM akan lebih efektif karena sifatnya yang pasif jadi tidak memakan *bandwidth* yang besar. Untuk membuat jaringan

yang handal, maka dibutuhkan ketersediaan jalur alternatif. Sehingga ketika satu jalur terputus, konektivitas data masih tetap terjaga dengan menggunakan jalur alternatif. HSRP, VRRP, dan GLBP adalah beberapa *protocol* yang biasa digunakan untuk membuat jaringan *redundancy*. GLBP selain sebagai *gateway redundancy*, juga memberikan fitur unik yaitu *load-balancing*.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membangun jaringan multicast PIM-SM dengan static RP lalu mengimplementasikan *protocol redundancy* GLBP dan VRRP serta menganalisa performansi dari jaringan *protocol routing multicast* PIM-SM dengan parameter *Throughput*, *Delay*, dan  *jitter*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Unicast Routing

*Routing* adalah suatu mekanisme untuk menentukan suatu jalur terbaik untuk mencapai tujuan. Pada *unicast routing*, paket telah mempunyai rute dari sumber ke tujuan melewati *hop – hop* yang ada dalam jaringan dengan bantuan *table forwarding* yang ada. Tabel routing bisa *static* atau *dynamic*.

#### 2.1.1 Dynamic Routing

Router mempelajari rute yang ada pada jaringan setelah *administrator* mengatur *protocol routing* yang menentukan jalur. Berbeda dengan *static routing*, *dynamic routing* secara otomatis memperbaharui *table routing* kapanpun ketika ada perubahan pada jaringan. Router mempelajari dan mengatur jalur ke tujuan dengan cara bertukar *table routing* dengan router lain.

*Link state* berisi deskripsi sebuah interface pada router ( contoh, alamat IP, Subnet mask, dan tipe jaringan) dan hubungannya dengan router tetangga. Informasi yang didapat ini akan membentuk *link state database*. Proses algoritma *link state* untuk menentukan topologi jaringan

1. Setiap router mengidentifikasi semua perangkat yang terhubung dengan internet.
2. Setiap router mengirimkan nilai *cost* yang berasal dari link yang langsung terhubung. Proses ini dilakukan dengan cara bertukar *link state advertisements* (LSAs) dengan router lain di jaringan.
3. Dengan LSAs, setiap router membuat *database* yang berisi detail topologi jaringan. Topologi *database* tiap router bersifat identik.
4. Setiap router menggunakan informasi yang ada dalam *database* untuk menghitung nilai *cost* jalur ke setiap tujuan. Informasi ini digunakan dalam *table IP routing*.

#### 2.1.2 Open Shortest Path First (OSPF)

*Open Shortest Path First (OSPF)*, berdasarkan RFC 2328, adalah sebuah *Interior Gateway Protocol*(IGP) digunakan untuk menyebarkan informasi *routing* dalam satu *Autonomous System*. Protokol OSPF bekerja berdasarkan teknologi *link-state* dan menggunakan algoritma *Shortest Path First*.

*Cost* (atau *metric*) *interface* pada OSPF merupakan syarat yang dibutuhkan untuk mengirim paket – paket melalui interface yang ada. Nilai *cost* sebuah *interface* berbanding terbalik dengan *bandwidth* yang ada pada *interface* tersebut. Semakin tinggi *bandwidth* akan menyebabkan *cost* yang makin rendah.

### 2.2 PIM-SM

*Multicast routing* akan digunakan jika ada paket yang akan digunakan untuk mengirim data dari satu sumber ke banyak tujuan yang diinginkan. *Protocol Independent Multicast* (PIM) membutuhkan *protocol unicast routing* agar dapat bekerja, tapi *protocol unicast* yang digunakan bisa *protocol distance-vector* atau *link-state*. PIM-SM menggunakan pendekatan *group-shared tree* untuk mengirimkan data secara *multicast*. Router inti dalam PIM-SM disebut *rendezvous Point (RP)*. Hanya subnet dalam jaringan dengan anggota aktif yang akan menerima paket *multicast*.

### 2.3 Internet Group Management Protocol (IGMP)

Protokol yang digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang keanggotaan dalam suatu *group* adalah *Internet Group Management Protocol (IGMP)*.

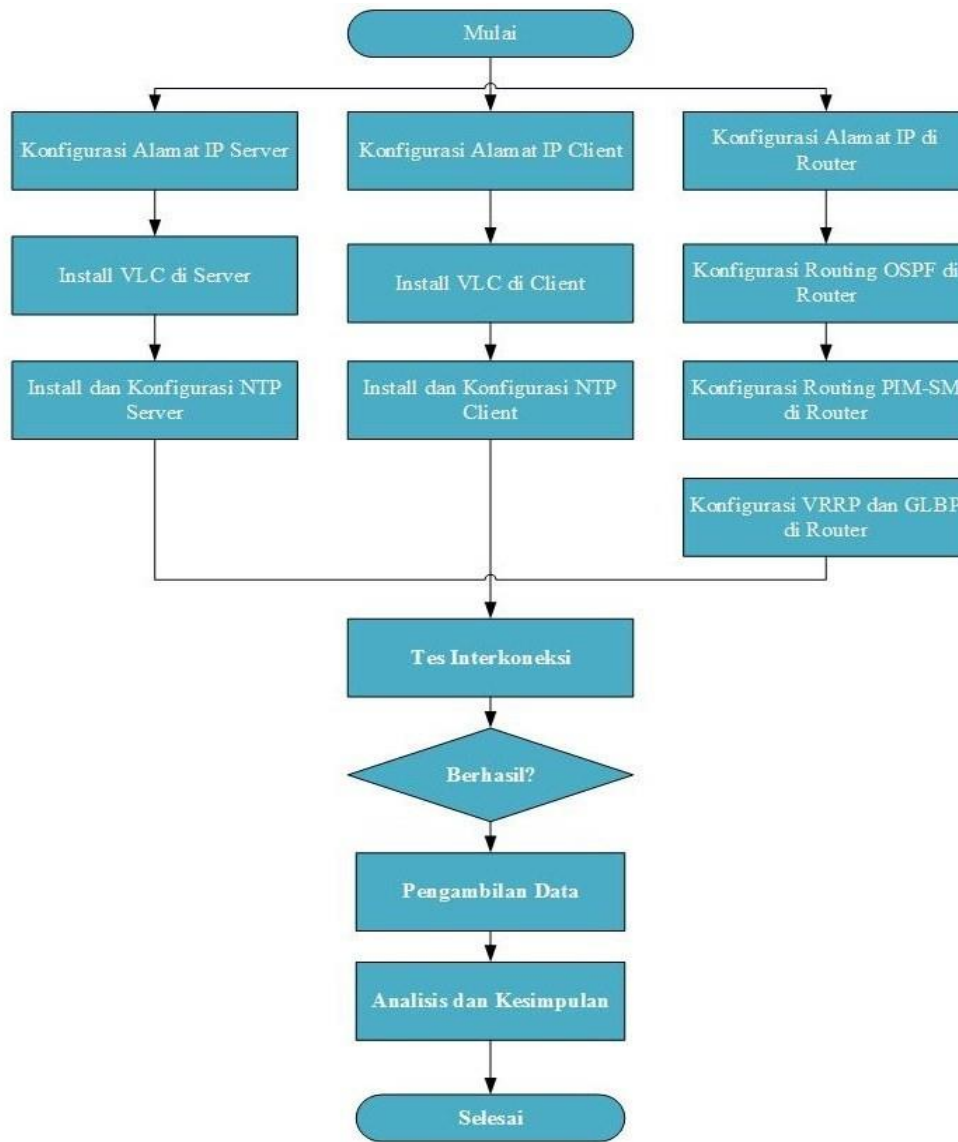
### 2.4 First Hop Redundancy Protocol (FHRP)

*First Hop Redundancy Protocol (FHRP)* adalah kumpulan *protocol* yang bisa digunakan untuk membuat router yang ada dalam jaringan LAN akan mengambil alih secara otomatis jika router utama yang digunakan sebagai *gateway* gagal bekerja.

## 3. Model dan Perancangan Sistem

### 3.1 Perancangan Sistem

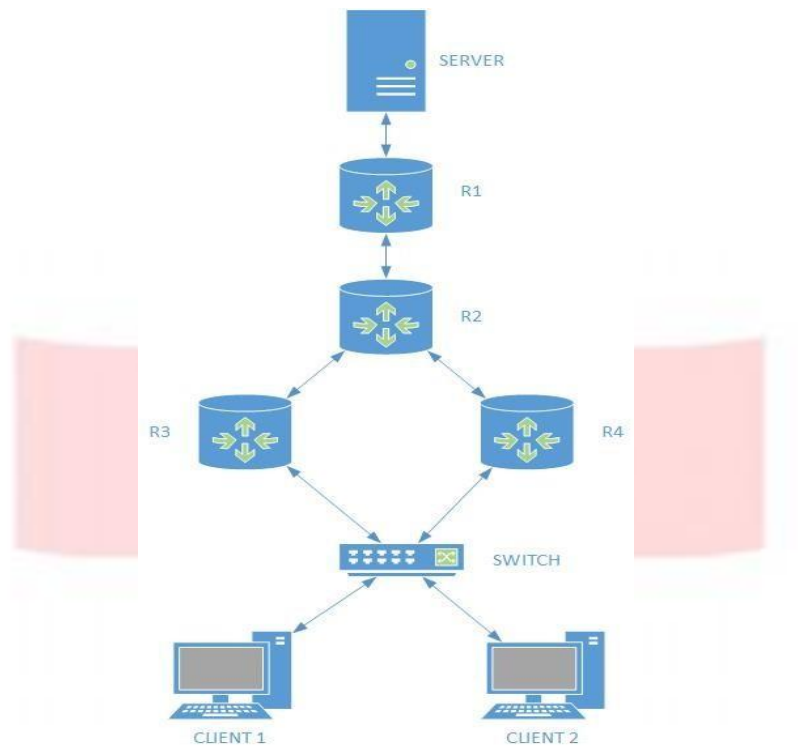
Gambar dibawah dibuat untuk memudahkan perancangan dan implementasi yang dilakukan pada tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Diagram Alur Kerja Tugas Akhir

### 3.2 Deskripsi Sistem

Pada tugas akhir ini akan dibahas mengenai proses implementasi jaringan *multicast* PIM-SM dengan menambahkan *protocol redundancy* GLBP dan VRRP dengan menggunakan 1 PC sebagai streaming server, 2 PC s ebagai client, 4 router dan 1 switch sebagai perangkat jaringan yang digunakan untuk membuat jaringan yang diinginkan. Router Cisco 2611XM sebanyak dua buah akan digunakan sebagai *gateway*. Satu router berfungsi s ebagai AVG, dan satu lagi berfungsi sebagai AVF. Switch berfungsi untuk meneruskan trafik yang dikirimkan dari *host* ke jaringan. Pada sistem ini akan dilihat QoS saat *link* terhubung dan putus.

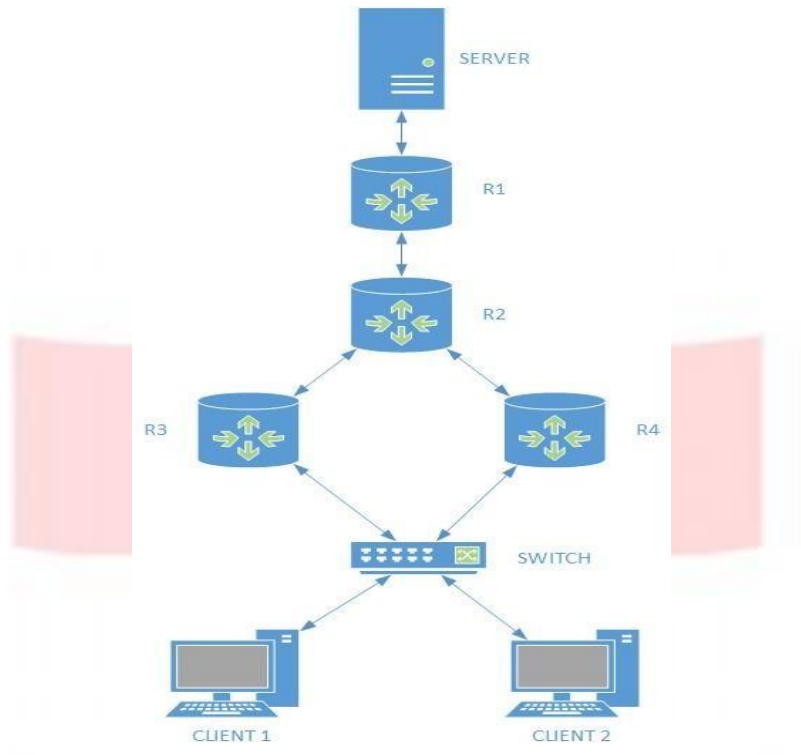


Gambar 3.2 Topologi Jaringan

### 3.3 Skenario Pengujian

#### 3.3.1 Link Normal

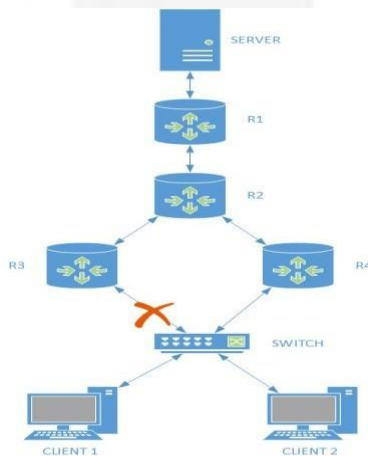
Pada pengujian yang pertama ini, akan dilihat QoS yang didapat ketika host sedang meminta trafik *multicast*, tanpa adanya pemutusan link di jaringan *multicast*.



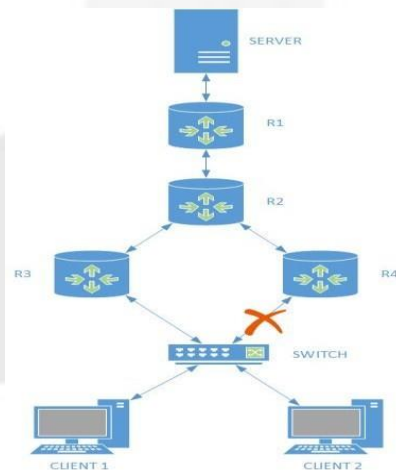
Gambar 3.3 Link Terhubung

### 3.3.2 Link Terputus

Pada pengujian yang kedua, akan dilihat QoS yang didapat ketika host sedang meminta trafik *multicast*, dan link secara sengaja diputus, untuk mengetahui performansi dari protokol GLBP dan VRRP dalam perpindahan kerja *gateway* dari *standby* menjadi *active*. Pertama kita akan mencabut *link* yang terhubung dengan R1, lalu dilihat QoS yang terjadi.



Gambar 3.4 Link R1 Terputus



Gambar 3.5 Link R2 Terputus

#### 4. Pengujian Sistem dan Analisis

##### 4.1 Performansi QoS

Pada bagian ini akan ditunjukkan hasil yang didapat implementasi yang dilakukan pada jaringan. Terdapat 7 skenario pada pengukuran parameter *throughput* yaitu :

1. R4 mati dan hidup secara keseluruhan.
2. Interface fa0/0 R3 mati dan hidup.
3. Interface fa0/0 R4 mati dan hidup.
4. Normal, tanpa adanya *link-failure*.

##### 4.2 Throughput

Tujuan pengukuran *throughput* adalah untuk mengetahui kondisi jaringan yang sebenarnya. Parameter *throughput* menunjukkan berapa banyak data yang bisa dikirim dalam waktu tertentu.

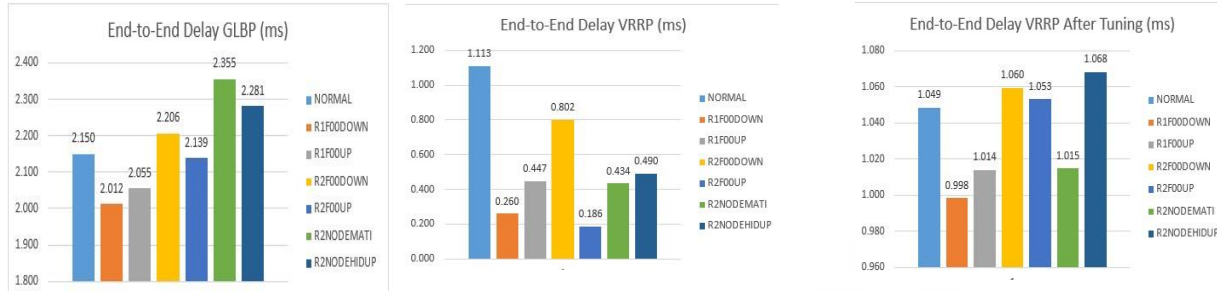


Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Throughput

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat dilihat bahwa *throughput* yang didapat pada wireshark menunjukkan nilai yang berbeda – beda pada beberapa skenario yang dilakukan. Faktor lain yang mempengaruhi *throughput* karena adanya skenario *link-failure* pada *interface* f0/0 dan mematikan router R4 membuat jaringan sibuk mengirimkan *routing update* ke semua router. *Throughput* yang didapat dapat tetap terjaga karena adanya protokol GLBP dan VRRP sebagai *gateway-redundancy*. Protokol GLBP dan VRRP mengakibatkan ketika router mati atau terjadi *link-failure* akan terjadi perpindahan *active-gateway* pada skenario GLBP dan *master* pada skenario VRRP, sehingga layanan tetap berjalan. Pada skenario normal, R1 *interface* f0/0 down dan R1 f0/0 up tidak terjadi gangguan karena, trafik multicast dilewatkan melalui R2. *Audio streaming* memiliki paket yang konstan karena trafik yang digunakan adalah *Constant Bit Rate*.

##### 4.3 Delay

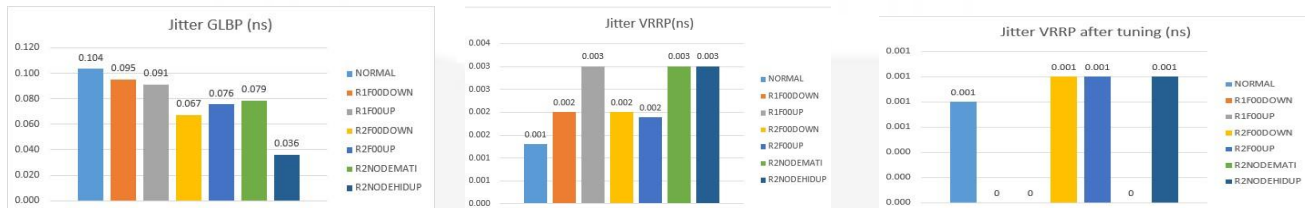
Tujuan pengukuran delay adalah untuk mengetahui performansi layanan video streaming yang ada pada jaringan yang telah dibuat. Hasil yang didapat akan dibandingkan dengan nilai standar yang telah ditetapkan oleh ITU-T, maka dapat diketahui QoS layanan telah memenuhi standar atau tidak. Delay yang diukur pada tugas akhir ini adalah end-to-end delay (one-way delay).



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan End-to-End Delay

Hasil yang didapat dari pengukuran delay pada jaringan yang diimplementasikan dan mengacu pada standarisasi yang ditetapkan ITU-T G.1010, maka layanan audio streaming yang dilakukan pada jaringan multicast dengan protokol PIM-SM dengan tambahan protokol GLBP dan VRRP telah memenuhi standar yaitu dibawah 10 detik[6]. *End-to-end* delay pada skenario VRRP setelah optimasi lebih besar dibandingkan dengan VRRP sebelum optimasi. Hal itu terjadi karena pada skenario VRRP setelah optimasi, paket *hello* OSPF dikirim setiap 1 detik dan 5 detik untuk paket *hello* PIM-SM, sehingga membuat jaringan semakin padat karena paket – paket OSPF dan PIM-SM dikirim menyebabkan *routing-overhead* semakin besar.

4.4 Jitter



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Jitter

Gambar 4.3 adalah hasil pengukuran yang didapat untuk parameter jitter pada layanan video streaming. Dari hasil pengukuran ini dapat dilihat bahwa nilai *jitter* berada dibawah 1 ns untuk semua skenario. Hasil ini telah memenuhi standar ITU-T G.1010 dengan jitter dibawah 1 ms.

5. Saran dan Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada jaringan *multicast* dengan protokol PIM-SM dan GLBP sebagai protokol *redundancy* dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Fitur *load-balancing* yang terdapat pada protokol GLBP tidak dapat jalan pada jaringan *multicast* karena router *multicast* mempunyai mekanisme untuk menghindari pengiriman lebih dari satu paket *multicast* yang sama di satu jaringan. Hanya *designated router* yang bisa mengirim paket – paket PIM-SM. *Designated Router* memiliki fungsi untuk mengirimkan paket – paket PIM ke RP. Ketika ada lebih dari satu router *multicast* dalam satu jaringan, maka router dengan prioritas *designated router* tertinggi akan terpilih. Jika mempunyai prioritas yang sama, maka alamat tertinggi akan menjadi *designated router*.
2. Delay yang didapat dari hasil pengukuran telah memenuhi standar ITU-T G.1010 untuk semua skenario. Pada standar ITU-T G.1010 untuk layanan audio streaming adalah dibawah 10 detik.
3. Parameter jitter yang didapat adalah dibawah 1 ns untuk semua skenario. Telah memenuhi standar ITU-T G.1010 dengan jitter dibawah 1 ms.

4. Hasil *throughput* yang didapat ketika terjadi *link-failure* berbeda – beda membuat router sibuk mengirim *routing update*, ke semua router. *Throughput* yang didapat dapat tetap terjaga karena adanya protokol GLBP dan VRRP sebagai *gateway-redundancy*.
5. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan hasil rata – rata adalah 94.423 detik untuk VRRP, 92.108 detik untuk GLBP, dan 15.411 detik untuk VRRP setelah optimasi. Hasil yang mempengaruhi nilai *downtime* adalah waktu pengiriman paket *hello* dan *hold-time* pada OSPF dan PIM-SM.

## 5.2 Penelitian yang Akan Datang

Berikut adalah beberapa saran untuk pengerjaan -pengerjaan Tugas Akhir atau penelitian selanjutnya :

1. Implementasi teknologi multicast pada jaringan MPLS.
2. Implementasi pada layanan VoIP
3. Menggunakan RP dynamic, seperti BSR dan Auto-RP.
4. Menggunakan protocol routing unicast lain.
5. Implementasi pada jaringan yang lebih kompleks.
6. Analisis Load-Balancing Multicast menggunakan Bonding Interface.

## Daftar Pustaka:

- [1] Dubey, P., Sharma, S., & Sachdev, A. (2013). Review of *First Hop Redundancy Protocol* and Their Functionalities . *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* .
- [2] Available: [https://www.wireshark.org/docs/wsug\\_html\\_chunked/ChapterIntroduction.html](https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/ChapterIntroduction.html)
- [3] Available: [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipapp\\_fhrp/configuration/15-mt/fhp-15-mt-book/fhp-glb.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipapp_fhrp/configuration/15-mt/fhp-15-mt-book/fhp-glb.html)
- [4] Available: [http://ijset.com/ijset/publication/v4s3/IJSET\\_2015\\_321.pdf](http://ijset.com/ijset/publication/v4s3/IJSET_2015_321.pdf)
- [5] Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>
- [6] Available: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1407/1407.2717.pdf>
- [7] Available: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/gg243376.pdf>
- [8] Available: <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=1617538&seqNum=7>
- [9] Available: <https://www.ietf.org/proceedings/82/slides/saag-1.pdf>
- [10] Available: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd743964\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd743964(v=vs.85).aspx)
- [11] Available: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/voice/voice-quality/18902-jitter-packet-voice.html>
- [12] Forouzan, Behrouz A.(2010).TCP/IP Protocol Suite.McGraw Hill International Edition
- [13] Forouzan, Behrouz A.(2013). Data Communications and Networking 5E. McGraw Hill International Edition