

IMPLEMENTASI DAN ANALISIS JARINGAN MENGGUNAKAN MPLS (*MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING*) DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK REDUNDANSI VRRP (*VIRTUAL ROUTER REDUNDANCY PROTOCOL*)

Implementation and Analysis of the Network using MPLS (Multiprotocol Label Switching) using VRRP redundancy technique (Virtual Router Redundancy Protocol)

Bella Listya Arisiha¹, Dr. Indrarini Dyah Irawati, S.T., M.T.², Muhammad Iqbal, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University.

¹bellalistyaarisaha@student.telkomuniversity.ac.id, ²indrarini@tass.telkomuniversity.ac.id,
³miqbal@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sejalan dengan perkembangan zaman yang semakin canggih, maka peran jaringan internet semakin luas untuk digunakan, jaringan internet tersebut perlu dilakukan pengaturan agar bandwidth dapat digunakan semaksimal mungkin. Dalam pengiriman data memerlukan rute yang terbaik dan tercepat agar menunjang komunikasi yang lebih cepat. Oleh karena itu diperlukan teknologi yang lebih canggih dalam pengecekan kualitas pengiriman data ketika pengiriman data yang dinamakan *MultiProtocol Label Switching* (MPLS). Dengan banyaknya berbagai peningkatan, provider diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan yang sangat beragam. Sebuah jaringan perlu dilakukan monitoring karena sering terdapat berbagai masalah seperti jalurnya terputus atau mungkin alat yang digunakan rusak.

VRRP selaku *protocol* redundansi menjadi sebuah solusi untuk menjaga jaringan tetap baik. Penelitian ini dilakukan 3 Skenario. Skenario 1 melakukan konfigurasi MPLS, skenario 2 melakukan konfigurasi VRRP yang menggabungkan MPLS dan VRRP dan skenario 3 melakukan pemutusan router *master* untuk pengambilan alih fungsi router *backup* menjadi router *master* dengan melihat kualitas dalam pengiriman data pada sebuah jaringan.

Hasil yang diperoleh mampu membuat komunikasi menjadi lebih baik dengan melihat kualitas layanan jaringan yang terlihat lebih jelas untuk alur konfigurasinya. Karena menggunakan teknik MPLS membuat kepadatan trafik dapat ditangani secara cepat. Peran VRRP sebagai *protocol* redundansi ini juga mampu membuat aliran data tetap mengalir walaupun ketika adanya kerusakan pada jalur maupun pada perangkat yang digunakan karena sistem VRRP ini menggunakan router *backup* sebagai router cadangan ketika terjadi kerusakan pada router *master*.

Kata kunci : MPLS, VRRP, Router Backup

Abstract

In line with the development of increasingly sophisticated times, the role of the wider internet network to be used, the internet network needs to be adjusted so that bandwidth can be used as much as possible. In sending data requires the best and fastest route in order to support faster communication. Therefore we need a more sophisticated technology in checking the quality of data transmission when sending data called MultiProtocol Label Switching (MPLS). With so many improvements, providers are expected to be able to meet the needs of very diverse customers. A network needs to be monitored because there are often various problems such as broken lines or the equipment used is broken.

VRRP as a redundancy protocol is a solution to maintain a good network. This research was conducted in 3 Scenarios. Scenario 1 configures MPLS, scenario 2 configures VRRP which combines MPLS and VRRP and scenario 3 disconnects the master router to take over

the backup router function into a master router by looking at the quality of sending data on a network.

The results obtained are able to make communication better by looking at the quality of network services that are seen more clearly for the flow of configuration. Because using MPLS technique makes traffic density can be added quickly. The role of VRRP as a redundancy protocol is also able to keep the data flowing even when there is damage to the path or the device used because the VRRP system uses a backup router as a backup router when there is damage to the master router.

Keyword : MPLS, VRRP, Router Backup

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan zaman yang semakin canggih, maka peran jaringan internet semakin luas untuk digunakan, jaringan internet tersebut perlu dilakukan pengaturan agar bandwidth dapat digunakan semaksimal mungkin. Dalam pengiriman data memerlukan rute yang terbaik dan tercepat agar menunjang komunikasi yang lebih cepat. Oleh karena itu diperlukan teknologi yang lebih canggih dalam pengecekan kualitas pengiriman data ketika pengiriman data yang dinamakan *MultiProtocol Label Switching* (MPLS). MPLS hadir sebagai teknologi penyampaian paket pada jaringan *backbone* (jaringan utama) berkecepatan tinggi yang menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi *circuit-switched* dan *packet switched* yang melahirkan teknologi yang lebih baik dari keduanya.

Sebuah kerusakan pada alat pasti akan terjadi, maka dengan hal tersebut diperlukan alat cadangan agar komunikasi antar jaringan tetap terjadi. Dari itu peran dari VRRP (*Virtual Router Redudancy Protocol*) sangat dibutuhkan karena merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mempertahankan link dengan menerapkan sistem cadangan. Ketika router yang digunakan sebagai router utama mati atau terjadi gangguan maka jaringan akan dilewatkan pada router lain yang bertindak sebagai router *backup*. Sehingga data yang dikirim akan tetap terkirim sampai tujuan.

2. DASAR TEORI

2.1 MultiProtocol Label Switching (MPLS)

MPLS merupakan sebuah metode transmisi data yang menggunakan label untuk melakukan forwarding paket data. Dengan penggunaan label ini maka pengiriman paket data akan dilakukan dalam kelompok-kelompok. Setiap kelompok yang ditransmisikan tidak terkait dengan kelompok lainnya. Dengan penggunaan label dalam transmisi data MPLS merupakan metode transmisi dengan beban proses yang minimal. Cara kerja dari MPLS adalah dengan menyelipkan label di antara *header layer 2* dan *header layer 3*. Label dihasilkan oleh label *switching router* dimana *router* tersebut bertindak sebagai penghubung pada jaringan MPLS dengan jaringan luar. Label berisi informasi tentang *node* tujuan sehingga dapat diketahui kemana paket harus dikirim. Saat paket sampai di suatu *node*, *node* ini akan mengganti label sebelumnya dengan label yang baru dimana label baru ini berisi *node* tujuan. Paket data akan diteruskan di dalam jalur (*path*) yang disebut *Label Switching Path* (LSP).

2.2 VRRP

Virtual Router Redudancy Protocol (VRRP) merupakan sebuah interface dari RouterOS MikroTik yang dapat membuat beberapa router sebagai gateway dari jaringan local yang satu segment. VRRP merupakan protocol yang bertanggung jawab pada proses pengambilalihan tugas perutean di dalam sebuah Local Area Network. Dengan adanya VRRP ini maka router yang bertindak sebagai router master mengalami gangguan atau mengalami kerusakan pada alat maupun jalur konfigurasinya maka VRRP mampu mengatasi mekanisme perutean paket data sehingga aliran data bisa dirutekan menuju router cadangan yang sudah dipersiapkan. Mekanisme kerja dari protokol ini terimplemetasikan dalam sebuah Virtual router atau VRRP group. Virtual router merupakan sekumpulan router yang difungsikan untuk kebutuhan redundancy. Jumlah router yang dapat diaplikasikan bisa lebih dari satu untuk membentuk sebuah virtual router atau lebih. Pada VRRP akan ada sebuah router yang berperan sebagai master dan ada satu atau beberapa router yang berperan sebagai backup. High Availability sistem akan terjaga dengan aplikasi VRRP ini pada sebuah jaringan. Hal ini bisa terjadi karena ketika main-link mengalami down maka paket data masih tetap akan bisa dilewatkan melalui link lainnya.

2.3 Open Shortest Path First (OSPF)

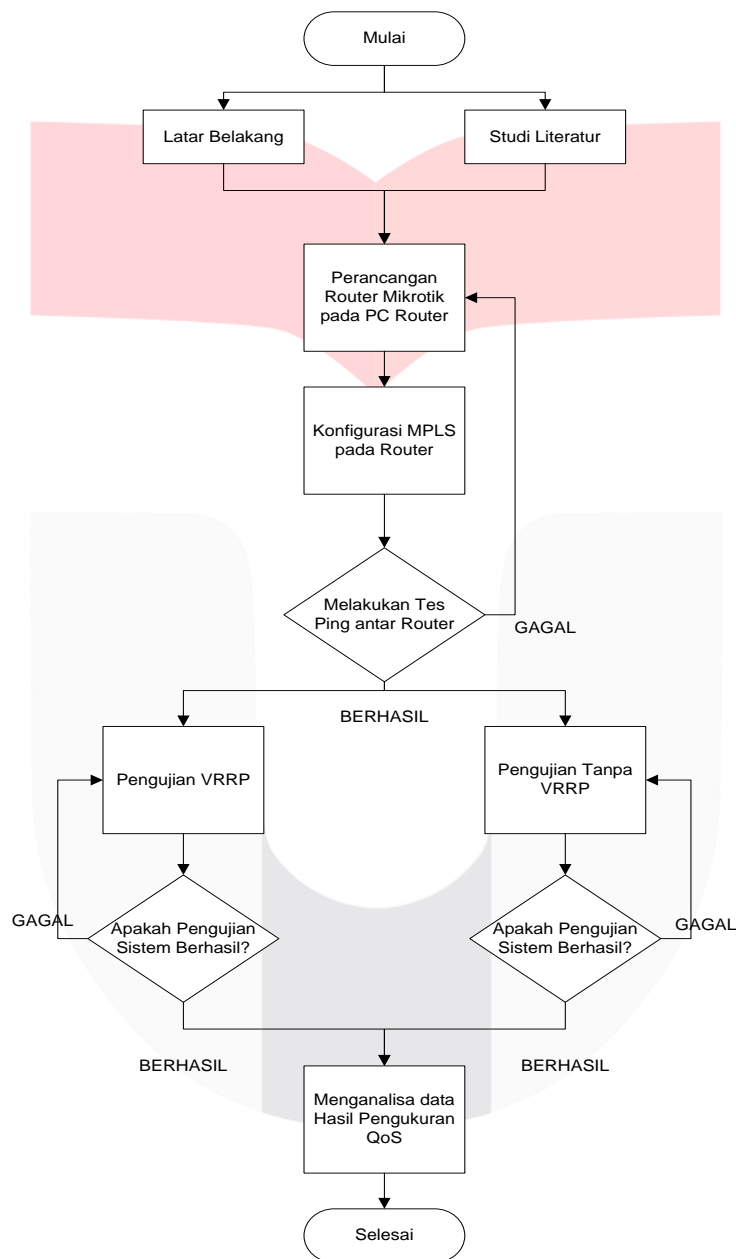
Open Shortest Path First adalah sebuah protokol routing otomatis (Dynamic Routing) yang mampu menjaga, mengatur dan mendistribusikan informasi routing antar network mengikuti setiap perubahan jaringan secara

dinamis. OSPF dikenal sebuah istilah Autonomus System (AS) yaitu sebuah gabungan dari beberapa jaringan yang sifatnya routing dan memiliki kesamaan metode serta policy pengaturan network, yang semuanya dapat dikendalikan oleh network administrator. Dan memang kebanyakan fitur ini digunakan untuk management dalam skala jaringan yang sangat besar. Oleh karena itu untuk mempermudah penambahan informasi routing dan meminimalisir kesalahan distribusi informasi routing, maka ospf bisa menjadi sebuah solusi.

3. PERANCANGAN KONFIGURASI JARINGAN

3.1 Blog Diagram Sistem

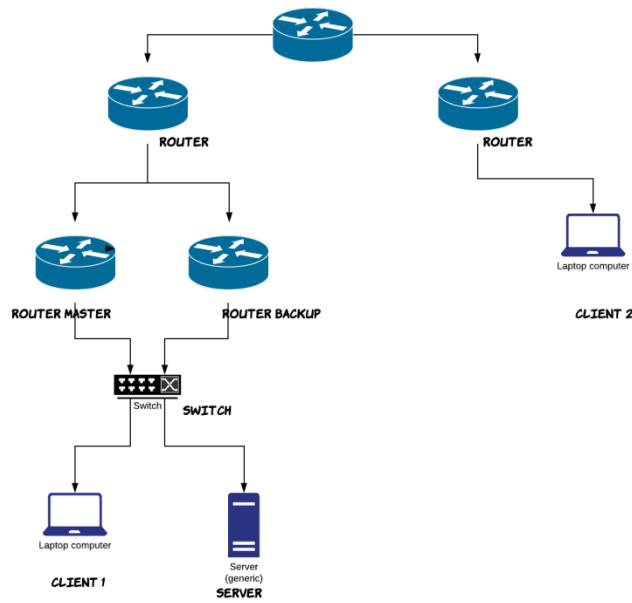
Adapun model sistem perancangan jaringan yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Implementasi sistem

Dalam pembuatan sistem ini, diperlukan pembuatan topologi jaringan yang terstruktur. Agar nantinya lebih terfokus untuk merancang sebuah sistem yang sesuai dengan blok diagram tersebut. Adapun topologi jaringan yang digunakan pada gambar dibawah ini.

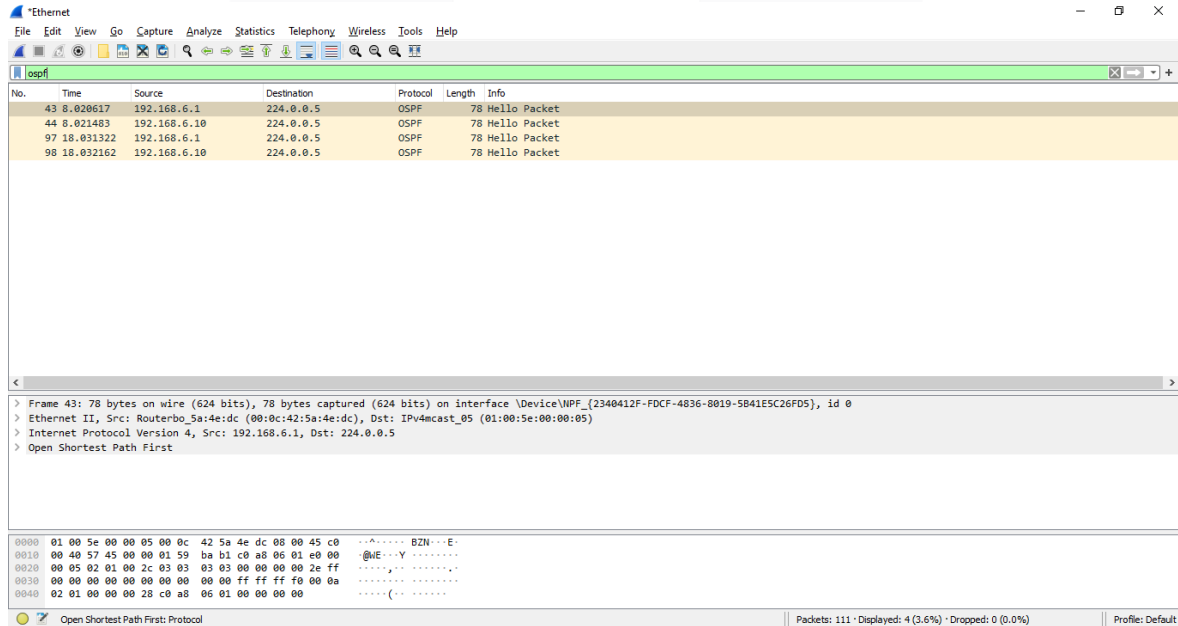


Gambar 3. 2 Topologi Implementasi VRRP pada Jaringan MPLS

4. ANALISIS DAN SIMULASI PERENCANAAN

4.1 Analisa Jaringan MPLS Tanpa VRRP

Dalam jaringan MPLS tanpa VRRP ini menerapkan *protocol routing* OSPF, untuk membuktikannya dengan melakukan *test ping* dari *client 1* ke *client 2*. Dengan paket data di *capture* dengan menggunakan *software* wireshark. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 *routing* OSPF bekerja pada jaringan MPLS tanpa VRRP.

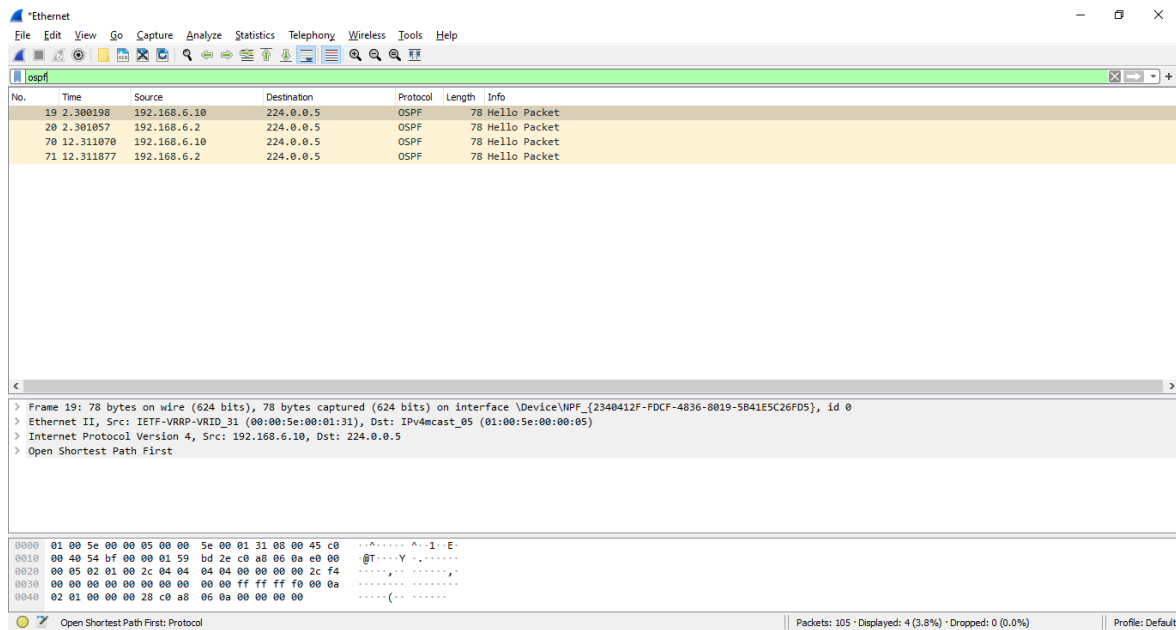


Gambar 4. 1 Protocol Routing OSPF di Jaringan MPLS Tanpa VRRP

Dapat dilihat Gambar 4.2 ini melakukan *capture* dengan wireshark dengan semua *protocol* mulai dari MPLS, VRRP, OSPF dan ICMP. Ini membuat konfigurasi jaringan yang dilakukan sudah benar dan dapat digunakan. Untuk melakukan *capture* dengan wireshark dilakukan *test ping* dari *client 1* ke *client 2*.

4.2 Analisa Jaringan MPLS Dengan VRRP

Dalam jaringan MPLS dengan VRRP ini juga menerapkan *protocol routing* OSPF, untuk membuktikannya dilakukan *test ping* dari *client 1* ke *client 2*. Dapat dilihat pada Gambar 4.3 *routing* OSPF bekerja pada jaringan MPLS dengan VRRP.



Gambar 4. 2 *Protocol Routing* OSPF di Jaringan MPLS Dengan VRRP

Dapat dilihat Gambar 4.4 ini melakukan capture dengan wireshark dengan semua protocol mulai dari MPLS, VRRP, OSPF dan ICMP. Ini membuat konfigurasi jaringan yang dilakukan sudah benar dan dapat digunakan. Untuk melakukan *capture* dengan wireshark dilakukan *test ping* dari *client 1* ke *client 2*.

4.3 Hasil Pengukuran Layanan VOIP Jaringan MPLS Tanpa VRRP

4.3.1 Pengukuran Layanan Voice Call

Dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran layanan VOIP untuk jaringan MPLS tanpa VRRP. Untuk layanannya sendiri yaitu *voice call* sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Pengukuran Layanan *Voice Call* Jaringan MPLS tanpa VRRP

Percobaan ke	Background Traffic	Hasil			
		Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	0 Mbps	205	1.47	7.22	5.73
2	100 Mbps	203	2.16	7.23	5.66
3	200 Mbps	203	1.55	7.23	5.23
4	250 Mbps	201	1.84	7.24	5.34
5	500 Mbps	198	1.82	7.45	5.83
6	750 Mbps	197	1.67	7.45	5.91

Tabel 4.1 merupakan pengukuran VOIP untuk MPLS tanpa VRRP dengan dilakukan percobaan selama 60 detik dan sebanyak kima kali. Dari setiap percobaan mempunyai *background traffic* yang berbeda. Setelah lima kali percobaan dilakukan, hasil yang diperoleh dengan nilai rata-rata terkecil yaitu *throughput* 197 Kbps, *packet loss* 1.47%, *delay* 7.22 ms dan *jitter* 5.23 ms.

4.3.2 Pengukuran Layanan Video Call

Dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran layanan VOIP untuk jaringan MPLS tanpa VRRP. Untuk layanannya sendiri yaitu *video call* sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Pengukuran Layanan *Video Call* Jaringan MPLS tanpa VRRP

Percobaan ke	Background Traffic	Hasil			
		Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	0 Mbps	2472	3.77	2.32	1.85
2	100 Mbps	2504	0.64	2.29	1.75
3	200 Mbps	2347	0.68	2.5	1.86
4	250 Mbps	2136	0.64	2.76	2.09
5	500 Mbps	2473	0.58	2.62	2
6	750 Mbps	2203	0.61	2.6	2.05

Tabel 4.2 merupakan pengukuran VOIP untuk MPLS tanpa VRRP dengan dilakukan percobaan selama 60 detik dan sebanyak lima kali. Dari setiap percobaan mempunyai *background traffic* yang berbeda. Setelah lima kali percobaan dilakukan, hasil yang diperoleh dengan nilai rata-rata terkecil yaitu *throughput* 2136 Kbps, *packet loss* 0.58%, *delay* 2.29 ms dan *jitter* 1.75 ms.

4.3.3 Pengukuran Layanan Data

Dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran layanan VOIP untuk jaringan MPLS tanpa VRRP. Untuk layanannya sendiri yaitu data sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Pengukuran Layanan Data Jaringan MPLS tanpa VRRP

Percobaan ke	Background Traffic	Hasil			
		Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	0 Mbps	6	0.3	2.34	2.2
2	100 Mbps	4	0.3	2.82	3.61
3	200 Mbps	3.8	0	2.8	2.74
4	250 Mbps	3.1	0.6	3.1	2.95
5	500 Mbps	2.4	1	3.11	3.09
6	750 Mbps	1.2	2.1	2.63	2.55

Tabel 4.3 merupakan pengukuran VOIP untuk MPLS tanpa VRRP dengan dilakukan percobaan selama 60 detik dan sebanyak lima kali. Dari setiap percobaan mempunyai *background traffic* yang berbeda. Setelah lima kali percobaan dilakukan, hasil yang diperoleh dengan nilai rata-rata terkecil yaitu *throughput* 1.2 Kbps, *packet loss* 0%, *delay* 2.34 ms dan *jitter* 2.2 ms.

4.4 Hasil Pengukuran Layanan VOIP Jaringan MPLS Dengan VRRP

4.4.1 Pengukuran Layanan *Voice Call*

Dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran layanan VOIP untuk jaringan MPLS dengan VRRP. Untuk layanannya sendiri yaitu *voice call* sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Pengukuran Layanan *Voice Call* Jaringan MPLS dengan VRRP

Percobaan ke	Background Traffic	Hasil			
		Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	0 Mbps	157	2.47	9,02	7.21
2	100 Mbps	126	2.72	10.3	7.54
3	200 Mbps	127	3.31	10.3	7.62
4	250 Mbps	121	4.58	10.3	7.45
5	500 Mbps	120	5.26	10.64	7.44
6	750 Mbps	115	9.03	12.52	8.79

Tabel 4.4 merupakan pengukuran VOIP untuk MPLS dengan VRRP dengan dilakukan percobaan selama 60 detik dan sebanyak lima kali. Dari setiap percobaan mempunyai *background traffic* yang berbeda. Setelah lima kali percobaan dilakukan, hasil yang diperoleh dengan nilai rata-rata terkecil yaitu *throughput* 115 Kbps, *packet loss* 2.47%, *delay* 9.02 ms dan *jitter* 7.21 ms.

4.4.2 Pengukuran Layanan Video Call

Dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran layanan VOIP untuk jaringan MPLS dengan VRRP. Untuk layanannya sendiri yaitu *video call* sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Pengukuran Layanan Video Call Jaringan MPLS dengan VRRP

Percobaan ke	Background Traffic	Hasil			
		Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	0 Mbps	2418	1.49	2.76	2.7
2	100 Mbps	2103	1.09	2.82	2.8
3	200 Mbps	2405	1.94	2.8	2.8
4	250 Mbps	2209	2.6	2.6	2.9
5	500 Mbps	1911	2.19	3.11	3.04
6	750 Mbps	2220	2.39	2.63	2.58

Tabel 4.5 merupakan pengukuran VOIP untuk MPLS dengan VRRP dengan dilakukan percobaan selama 60 detik dan sebanyak lima kali. Dari setiap percobaan mempunyai *background traffic* yang berbeda. Setelah lima kali percobaan dilakukan, hasil yang diperoleh dengan nilai rata-rata terkecil yaitu *throughput* 1911 Kbps, *packet loss* 1.09%, *delay* 2.6 ms dan *jitter* 2.7 ms.

4.4.3 Pengukuran Layanan Data

Dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran layanan VOIP untuk jaringan MPLS dengan VRRP. Untuk layanannya sendiri yaitu data sebagai berikut :

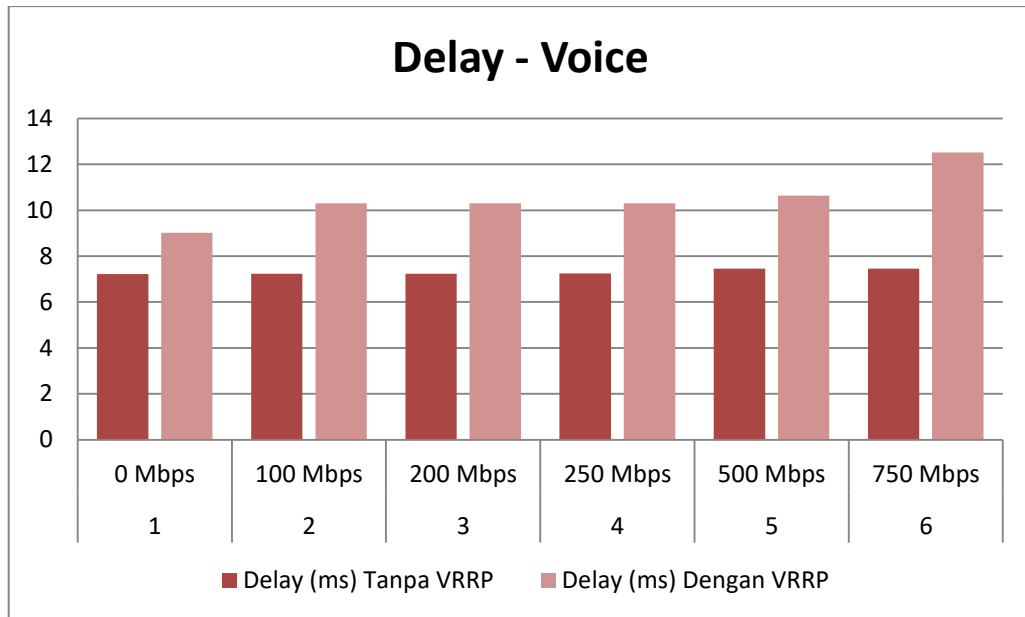
Tabel 4. 6 Pengukuran Layanan Data Jaringan MPLS dengan VRRP

Percobaan ke	Background Traffic	Hasil			
		Throughput (Kbps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	0 Mbps	6	0.6	3.27	3.12
2	100 Mbps	3.9	0.8	3.48	3.27
3	200 Mbps	3.2	1	4.67	3.56
4	250 Mbps	3.1	1.3	4.9	3.86
5	500 Mbps	2.1	1.8	5.1	4.08
6	750 Mbps	1.2	2.1	5.67	4.32

Tabel 4.6 merupakan pengukuran VOIP untuk MPLS dengan VRRP dengan dilakukan percobaan selama 60 detik dan sebanyak lima kali. Dari setiap percobaan mempunyai *background traffic* yang berbeda. Setelah lima kali percobaan dilakukan, hasil yang diperoleh dengan nilai rata-rata terkecil yaitu *throughput* 1.2 Kbps, *packet loss* 0.6%, *delay* 3.27 ms dan *jitter* 3.12 ms.

4.5 Hasil Grafik Pengukuran Layanan Voice Call

Dibawah ini merupakan hasil grafik gabungan *delay* antara MPLS tanpa VRRP dan MPLS dengan VRRP untuk pengukuran layanan *voice call*, sebagai berikut :

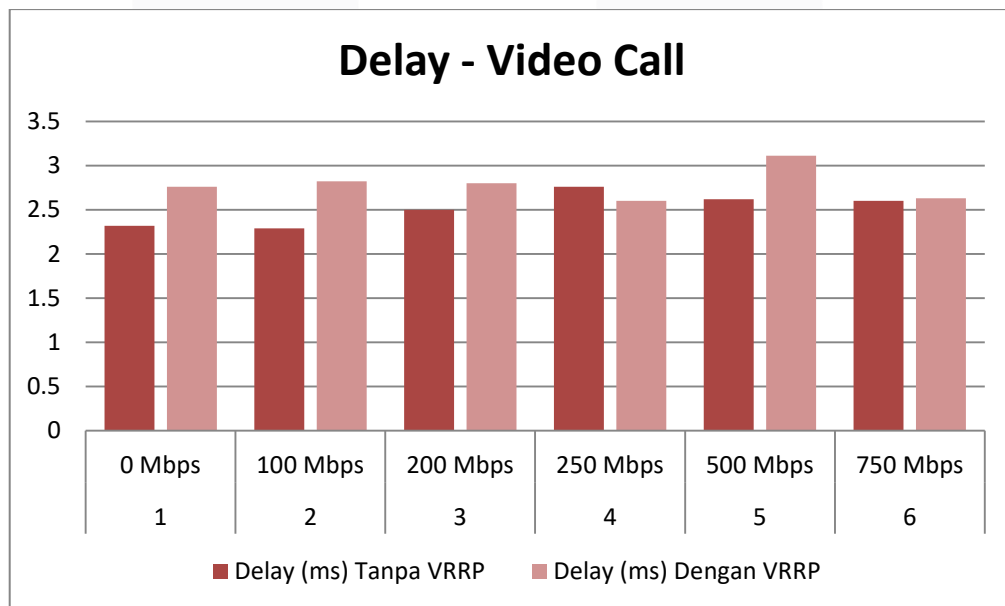


Gambar 4. 2 Grafik Gabungan Delay Pada Layanan Voice Call

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa ketika jaringan menggunakan MPLS tanpa VRRP terlihat bahwa *delay* selama melakukan panggilan lebih rendah dengan nilai terkecil berada pada *background traffic* 0 Mbps dengan nilai *delay* 7.22 ms. Ketika menggunakan jaringan MPLS dengan VRRP terlihat bahwa *delay* selama melakukan panggilan lebih besar dari pada VRRP tanpa VRRP dengan *delay* terbesar yaitu 12.52 ms dengan berada di *background traffic* 750 Mbps. Hal ini dikarenakan proses perpindahan VRRP-Backup yang menjadi router master perlu memakan sedikit waktu sekitar 7-10 s untuk bisa melakukan panggilan suara, tentunya hal ini tidak menjadi hal yang sangat tidak dirugikan karena perbedaan *delay* yang didapat tidak begitu jauh. Dari *voice call* tersebut sesuai dengan standart ITU-T G.1010.

4.6 Hasil Grafik Pengukuran Layanan Video Call

Dibawah ini merupakan hasil grafik gabungan *delay* antara MPLS tanpa VRRP dan MPLS dengan VRRP untuk pengukuran layanan *video call*, sebagai berikut :



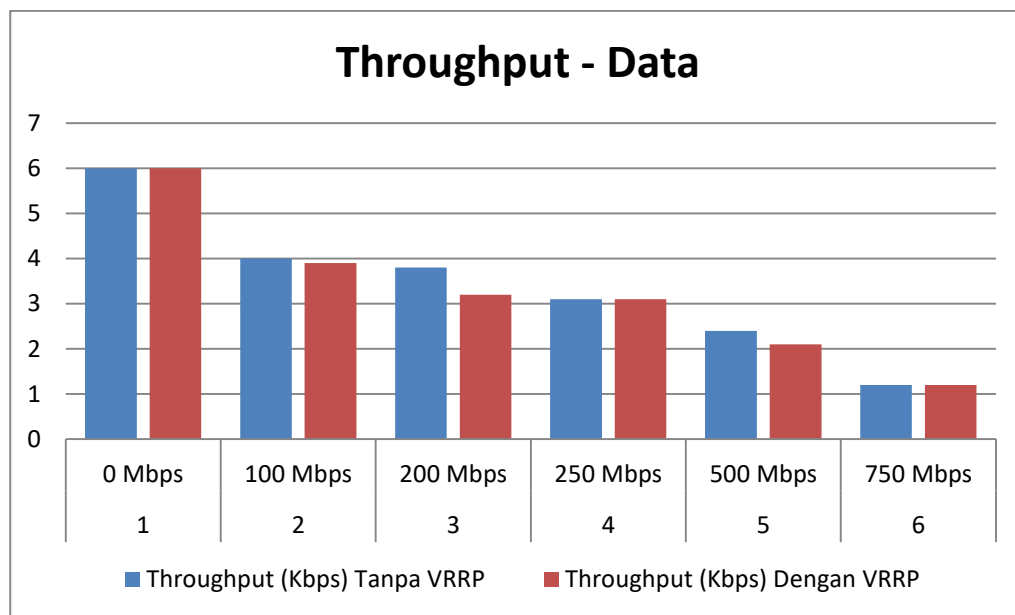
Gambar 4. 3 Grafik Gabungan Delay Pada Layanan Video Call

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa ketika jaringan menggunakan MPLS tanpa VRRP terlihat bahwa *delay* selama melakukan *video call* lebih rendah dengan nilai terkecil berada pada *background traffic* 100

Mbps dengan nilai *delay* 2.29 ms. Ketika menggunakan jaringan MPLS dengan VRRP terlihat bahwa *delay* selama melakukan *video call* lebih besar dari pada VRRP tanpa VRRP dengan *delay* terbesar yaitu 3.11 ms dengan berada di *background traffic* 500 Mbps. Hal ini dikarenakan proses perpindahan VRRP-Backup yang menjadi router master perlu memakan sedikit waktu sekitar 7-10 s untuk bisa melakukan *video call*, tentunya hal ini tidak menjadi hal yang sangat tidak dirugikan karena perbedaan *delay* yang didapat tidak begitu jauh. Dari *video call* tersebut sesuai dengan standart ITU-T G.1010.

4.7 Hasil Grafik Pengukuran Layanan Data

Dibawah ini merupakan hasil grafik gabungan *throughput* antara MPLS tanpa VRRP dan MPLS dengan VRRP untuk pengukuran layanan data, sebagai berikut :



Gambar 4. 4 Grafik Gabungan *Throughput* Pada Layanan Data

Pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa ketika jaringan menggunakan MPLS tanpa VRRP terlihat bahwa *throughput* selama melakukan FTP lebih rendah dengan nilai terkecil berada pada *background traffic* 750 Mbps dengan nilai *throughput* 1.2 Kbps. Ketika menggunakan jaringan MPLS dengan VRRP terlihat bahwa *throughput* selama melakukan FTP sama besar dengan MPLS tanpa VRRP dengan *throughput* 6 Kbps dengan berada di *background traffic* 0 Mbps.

4.8 Analisa Performansi Jaringan

Dari hasil pengukuran yang dilakukan dengan melakukan percobaan sampai dengan enam kali menggunakan *background traffic* yang berbeda-beda didapatkan hasil bahwa untuk komunikasi *voice call* untuk *delay* lebih tinggi pengukuran layanan MPLS dengan VRRP dengan nilai tertinggi yaitu 9.38 ms dibandingkan dengan layanan MPLS tanpa VRRP dengan nilai tertinggi yaitu 9.13 ms ini dikarenakan terjadi pemutusan *link* yang mengakibatkan *delay* lebih tinggi ketika menggunakan VRRP. Untuk pengukuran layanan *video call* sama halnya untuk pengukuran layanan MPLS dengan VRRP untuk *delay* lebih tinggi dibandingkan dengan pengukuran layanan MPLS tanpa VRRP dengan sebesar 2.82 ms. Untuk pengukuran layanan data analisis dari hasil *throughput* yang digunakan MPLS dengan VRRP lebih unggul dengan nilai 19 Kbps.

Secara umum terlihat bahwa ketika kecepatan trafik data semakin meningkat, maka *delay* yang dihasilkan semakin kecil. Hal yang sama dialami antara MPLS tanpa VRRP dan MPLS dengan VRRP. Hasil ini sesuai dengan teori perhitungan *delay*, yaitu *delay* adalah panjang paket yang diterima dibagi dengan jalur *bandwidth* yang tersedia. Dapat disimpulkan bahwa ukuran file yang sama ketika diunduh dengan variasi kecepatan yang berbeda akan menghasilkan *delay* yang berbeda pula. Semakin kecil kecepatan atau *bandwidth* yang tersedia maka *delay* menjadi besar karena faktor pembagi menjadi kecil. Dan saat kecepatan data membesar, maka *delay* yang dihasilkan akan mengecil.

Secara umum terlihat pada perbandingan MPLS tanpa VRRP dan MPLS dengan VRRP, seiring bertambahnya besar limitasi kecepatan data, maka nilai *throughput* yang didapat ikut bertambah. Bisa dikatakan nilai-nilai *throughput* yang dihasilkan VRRP dengan pemutusan *link* berada di bawah angka limitasi kecepatan data. Hasil ini disebabkan karena pemutusan *link* mengakibatkan terhentinya sejenak transfer data, hingga

selanjutnya data tersebut dikirimkan kembali ketika VRRP telah menyiapkan jalur backup. Semakin lama komunikasi tertunda, maka semakin kecil pula efisiensinya. Untuk pengiriman paket data dengan kecepatan tinggi, tingkat efisiensi akan sangat berpengaruh, karena kecepatan tinggi menghasilkan delay waktu yang kecil, sehingga semakin besar throughput, ketika terdapat downtime di dalamnya maka akan mempengaruhi hasil.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan yang telah dijelaskan bab sebelumnya pada buku proyek akhir ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian jaringan yang menggunakan MPLS dan VRRP dengan menggunakan mikrotik RB-750 menunjukkan hasil dari pengukuran QoS masih dalam nilai standart ITU-T G.1010 dengan kategori degradasi baik.
2. Jaringan MPLS dengan VRRP mempunyai *delay* yang lebih besar karena pengaruh pengambil alih fungsi router master oleh VRRP-Backup tetapi masih dalam nilai standart ITU-T G.1010
3. Adapun hasil pengukuran QoS untuk layanan *voice* dengan *delay* terendah yaitu:
 - a. Pada Jaringan MPLS tanpa VRRP dengan *delay* terendah yaitu 7.22 ms pada *background traffic* 0 Mbps.
 - b. Pada Jaringan MPLS dengan VRRP dengan *delay* terendah yaitu 9.02 ms pada *background traffic* 0 Mbps.
4. Adapun hasil pengukuran QoS untuk layanan *video* dengan *delay* terendah yaitu:
 - a. Pada Jaringan MPLS tanpa VRRP dengan *delay* terendah yaitu 2.29 ms pada *background traffic* 100 Mbps.
 - b. Pada Jaringan MPLS dengan VRRP dengan *delay* terendah yaitu 2.6 pada *background traffic* 250 Mbps.
5. Adapun hasil pengukuran QoS untuk layanan data dengan *throughput* tertinggi:
 - a. Pada Jaringan MPLS tanpa VRRP dengan *throughput* tertinggi yaitu 6 Kbps pada *background traffic* 0 Mbps.
 - b. Pada Jaringan MPLS dengan VRRP dengan *throughput* tertinggi yaitu 6 Kbps pada *background traffic* 0 Mbps.

5.2 Saran

Beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya :

1. Menggabungkan beberapa teknik peroutingan untuk melihat perbandingan cara kerjanya
2. Melakukan simulasi di *software* pendukung agar memudahkan dalam penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusuma, Y. B., Jusak, & Triwidyastuti, Y. 2016. Implementasi Dan Analisis QoS Pada Jaringan MPLS-VPN Berbasis MPLSD-TE Menggunakan Routing Protocol OSPF. *Journal of Control and Network Systems*, vol 5.
- [2] Rasyid, A. 2011. Simulasi dan Analisis QoS Pada Jaringan MPLS-VPN Dengan Menggunakan BGP-Confederation. Bandung. Telkom University
- [3] Surya, G., M., Sastra., N., P., & Wirastuti., D. 2019. Performansi Jaringan TCP/IP Menggunakan Metode VRRP, HSRP, dan GLBP. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol 18.
- [4] Choirullah, M., Y., Anif, M., & Rochadi, A. 2016. Analisis Kualitas Layanan Virtual Router Redundancy Protocol Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN. *Jnteti*, vol 5.
- [5] Harte, Lawrence. 2008. *Introduction to Data Multicasting*. New York: Althos Publishing
- [6] Perez, Andre. 2011. *IP, Ethernet and MPLS Networks*. London: Design and Patents Act 1988