

Analisis Kualitas Layanan *Virtual Router Redundancy Protocol* Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN

Muhammad Yusuf Choirullah¹, Muhammad Anif², Agus Rochadi³

Abstract— In maintaining stability of communication in a complex network, such as Virtual Local Area Network (VLAN), a protocol that can keep the communication working is required. Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) is a protocol used to maintain communication by implementing the redundancy system on the router. When the main interface has problems, VRRP will automatically move the communications to backup interface. The result shows that long downtime can be avoided, hence, the communication process is maintained. This paper discusses VRRP analysis by comparing network topology using VLAN and LAN network. The networks are used to transfer data from cloud storage. The result shows that VRRP is able to maintain communication process when the main communication link is broken. The QoS downtime in VRRP VLAN and LAN with link failure are between 3.052 seconds to 6.475 seconds. The average downtime with bandwidth of 0 Mbps, 20 Mbps, 50 Mbps, 100 Mbps, and using the internet are, respectively, 3.6 seconds, 3.7 seconds, 3.9 seconds, 4.4 seconds, and 4.8 seconds. Interruption of communication can be solved in a short time. Compared to VRRP with LAN, VRRP with VLAN has more excellent quality of services, indicated by low value of downtime, more optimal throughput values, and minimal delay.

Intisari— Dalam menjaga kestabilan komunikasi pada jaringan yang kompleks, misalnya pada *Virtual Local Area Network* (VLAN), diperlukan protokol yang dapat menjaga jaringan dari terputusnya komunikasi. *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) merupakan suatu protokol yang digunakan untuk mempertahankan komunikasi dengan menerapkan sistem redundansi pada *router*. Saat antarmuka utama mengalami masalah, VRRP akan secara otomatis memindahkan komunikasi ke antarmuka cadangan. Hasilnya, *downtime* komunikasi yang terlalu lama dapat dihindari, sehingga proses komunikasi kepada pelanggan akan terjaga. Makalah ini membahas analisis VRRP dengan membandingkan topologi jaringan menggunakan VLAN dan LAN yang selanjutnya dibebani transfer data dari *cloud storage*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa VRRP pada LAN maupun VLAN mampu melakukan kinerja redundansi saat *link* komunikasi utama mengalami gangguan. Hasil kualitas layanan *downtime* VRRP saat jaringan VLAN dan LAN mengalami *link failure* menunjukkan angka antara 3,052 detik hingga 6,475 detik. Rata-rata *downtime* di jaringan LAN maupun VLAN dengan variasi *bandwidth* 0 Mbps, 20 Mbps, 50 Mbps, dan 100 Mbps, serta pengujian *bandwidth* dari internet adalah 3,6 detik, 3,7 detik, 3,9 detik, 4,4 detik, dan 4,8 detik, sehingga gangguan dari terputusnya komunikasi dapat diatasi dengan waktu yang cepat tanpa menunggu administrator untuk memperbaiki. Hasil pengujian VRRP antara topologi LAN dengan VLAN

menunjukkan bahwa VRRP dengan VLAN memiliki kualitas layanan lebih unggul, dibuktikan dengan nilai *downtime* yang rendah, nilai *throughput* lebih optimal, serta waktu *delay* lebih kecil.

Kata Kunci— VRRP, VLAN, *Downtime*, QoS.

I. PENDAHULUAN

Jumlah pengguna internet di Indonesia sepanjang tahun 2014 naik sebesar 6% dibandingkan tahun sebelumnya. Menurut survei yang dilakukan oleh Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) jumlah pengguna internet pada tahun 2014 mencapai sebesar 88,1 juta pengguna. Angka tersebut naik dari tahun sebelumnya yang hanya 71,2 juta pengguna [1]. Ilmu pengetahuan dan teknologi juga memberikan dampak perubahan yang signifikan terhadap hampir semua aspek kehidupan. Salah satunya yaitu teknologi *cloud storage*.

Penyedia layanan internet Maudy Network Komunikasi menyatakan bahwa kestabilan komunikasi sangat diutamakan, karena kestabilan komunikasi menciptakan kenyamanan dalam bertukar informasi. Hingga saat ini Maudy Network Komunikasi memiliki jaringan yang kompleks. Salah satunya, di dalam jaringan tersebut terdapat *Virtual Local Area Network* (VLAN). Pembangunan jaringan yang kompleks dengan akurasi kestabilan komunikasi tinggi dilakukan dengan mengimplementasikan *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) [2]. VRRP menjaga dari terputusnya jalur komunikasi dan menjaga dari matinya *router* utama. Hal tersebut dikarenakan protokol VRRP menggunakan dua *router* yang berfungsi sebagai *router master* dan *router backup*.

Tujuan dari dilakukannya analisis VRRP adalah untuk memberikan informasi tentang kualitas layanan dari VRRP *master backup* yang dapat menstabilkan jaringan dari terputusnya jalur komunikasi dan nilai kualitas layanan VRRP *master backup* yang berada pada jaringan VLAN, dengan VRRP *master backup* yang berada di jaringan tanpa VLAN pada layanan *cloud storage* menggunakan *router* Mikrotik RB1100AHx2, dengan kualitas layanan yang akan dianalisis adalah *downtime*, *delay*, *throughput*, *retransmission*, dan *packet loss*.

Manfaat dari analisis yang dilakukan adalah untuk memberikan informasi mengenai kualitas layanan protokol redundansi *router*, serta perbandingan antara topologi VLAN dengan topologi LAN, yang selanjutnya dapat berguna dalam pertimbangan pembuatan desain suatu jaringan.

II. METODOLOGI

Dalam makalah ini akan diwujudkan protokol jaringan yang dapat meredundansi *router* dan dapat diimplementasikan

¹ Alumni Mahasiswa, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. Sudharto, SH Tembalang, Semarang, 50275, INDONESIA.

^{2,3} Dosen, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. Sudharto, SH Tembalang, Semarang, 50275, INDONESIA.

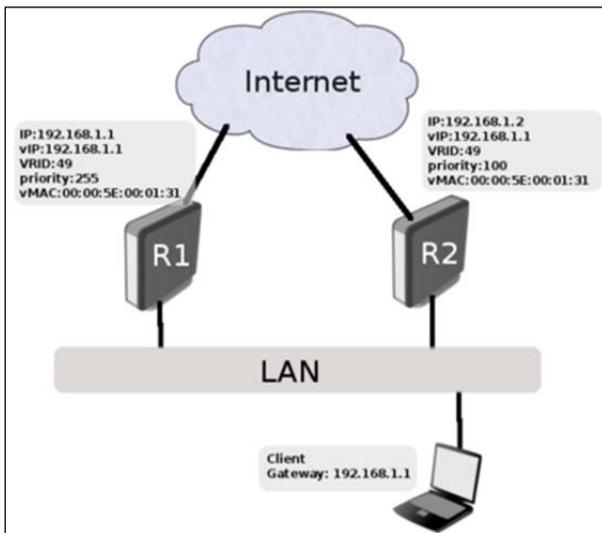
pada jaringan LAN dan VLAN, sehingga analisis kualitas layanan VRRP didapatkan.

A. Router Mikrotik

Router mikrotik merupakan sebuah hardware yang di dalamnya terdapat sistem operasi Linux yang difungsikan sebagai router jaringan. Sistem tersebut bernama MikroTik routerOS. Mikrotik routerOS memiliki kelebihan dibanding router lainnya, yaitu memudahkan konfigurasi karena terdapat aplikasi Windows yang di sebut WinBox. Selain itu, mikrotik routerOS dapat dipasang pada Personal Computer (PC), serta memerlukan sumber daya memori yang tidak besar, sehingga dapat menghemat energi dan biaya [3].

B. Virtual Roter Redundancy Protocol (VRRP)

Dengan virtualisasi, dapat diperoleh utilitas yang lebih besar dari komponen fisik yang tersedia [4]. VRRP merupakan protokol virtual router yang bertanggung jawab menjalankan fungsi router backup saat kondisi router master mengalami kegagalan di jaringan LAN [5]. VRRP merupakan standar dari IEEE dan bersifat open source. VRRP dapat diaplikasikan menggunakan framework sistem operasi apapun, di antaranya Linux, Sun Solaris, dan Mikrotik. VRRP juga mendukung berbagai platform jaringan yang berbeda, seperti Multi Packet Label Switch (MPLS), Virtual Private Network (VPN), VLAN, maupun yang lainnya. Konfigurasi VRRP ditunjukkan pada Gbr. 1.



Gbr. 1 Konfigurasi VRRP [6].

C. Virtual Local Area Network (VLAN)

VLAN adalah teknologi jaringan komputer yang dapat meningkatkan unjuk kerja jaringan dengan cara membagi sebuah jaringan yang luas menjadi beberapa jaringan kecil. Ini berarti frame data yang di-broadcast pada suatu jaringan hanya terdapat pada switch atau langsung dialihkan ke port-port yang telah di atur secara logika dalam VLAN yang sama [7].

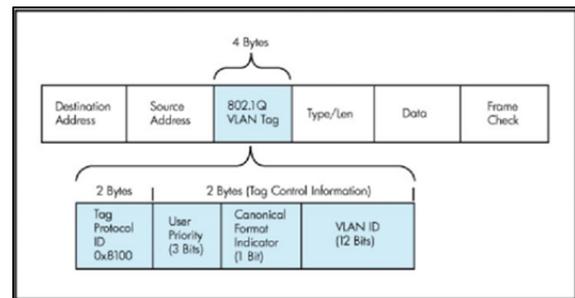
Gbr. 2 menunjukkan VLAN header, yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

1) Tag Protocol Identifier (TPID): TPID berjumlah 16 bit, berfungsi untuk mengidentifikasi frame sebagai IEEE 802.1Q-tagged frame.

2) Tag Control Identifier (TCI): TCI berjumlah 3 bit, berfungsi untuk mengetahui IEEE 802.1p priority. TCI bernilai 0 sampai 7. Field ini untuk membedakan kelas layanan traffic.

3) Canonical Format Indicator (CFI): CFI merupakan 1 bit field untuk menandakan canonical atau tidak. CFI bernilai 1 saat MAC Address non-canonical atau terhubung dengan non-tag port, dan bernilai 0 saat MAC Address canonical atau terhubung dengan tagged port

4) VLAN Identifier (VID): VID merupakan 12 bit field untuk memberi nama VLAN dan untuk mengelompokkannya.



Gbr. 2 VLAN header [7].

D. Cloud Computing

Cloud merepresentasikan jaringan atau secara khusus lagi adalah internet global. Definisi cloud computing adalah model untuk memungkinkan kenyamanan, kebutuhan akses jaringan untuk memanfaatkan bersama suatu sumberdaya komputasi [8]. Dapat disimpulkan, cloud computing adalah penggunaan sumber daya komputasi yang disediakan secara jarak jauh dan disampaikan melalui internet. Inilah ide yang mendasari istilah cloud computing [9]. Software ownCloud merupakan paket software yang menyediakan layanan untuk membangun cloud storage server private maupun public. Software ownCloud menyediakan layanan melalui antarmuka Web atau WebDAV [10]. Gbr. 3 menunjukkan desain cloud storage [11].

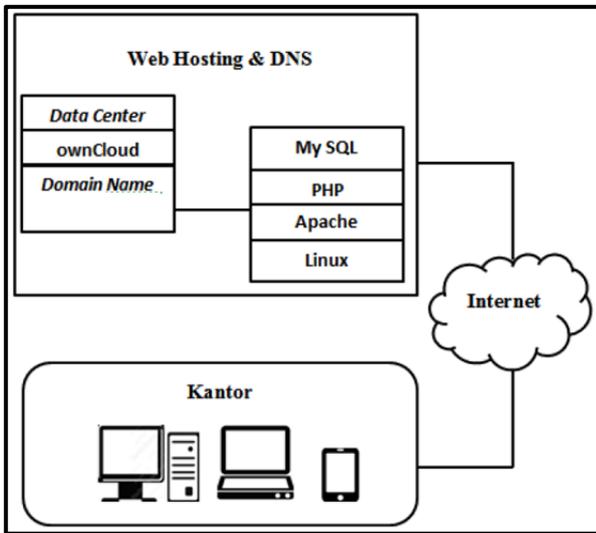
E. Quality of Service

Quality of Service (QoS) atau kualitas layanan adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik data tertentu pada berbagai jenis platform teknologi. QoS tidak diperoleh langsung dari infrastruktur yang ada, melainkan diperoleh dengan mengimplementasikannya pada jaringan yang bersangkutan [12]. Beberapa nilai QoS yaitu downtime, delay, throughput, retransmission, dan packet loss.

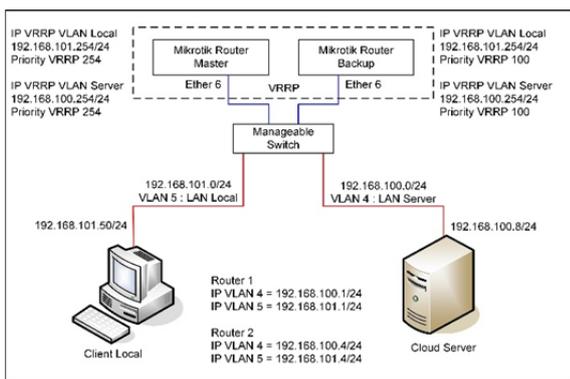
F. Perancangan Sistem

Perancangan sistem diimplementasikan menggunakan dua unit router mikrotik (router A dan router B) yang nantinya akan menjadi router master dan router backup. Kedua router dikonfigurasi VRRP master backup. Router A dan router B

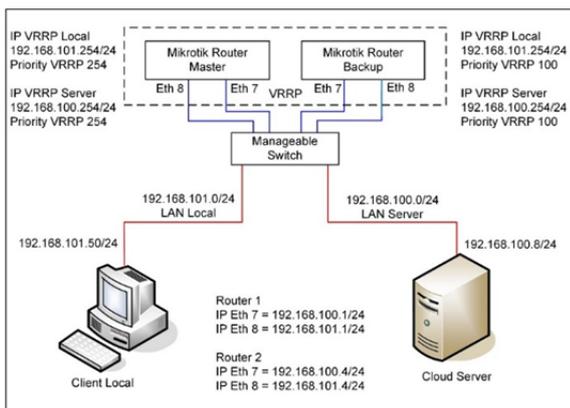
terhubung dengan *switch manage*. Sistem yang akan dibangun memiliki dua topologi, yaitu topologi VRRP dengan VLAN dan topologi VRRP tanpa VLAN, sehingga *router* akan dikonfigurasi LAN dan VLAN. Topologi VRRP dengan dan tanpa VLAN ditunjukkan pada Gbr. 4 dan Gbr. 5. Skenario yang dilakukan yaitu pengujian VRRP dan pengukuran QoS.



Gbr. 3 Desain cloud storage.

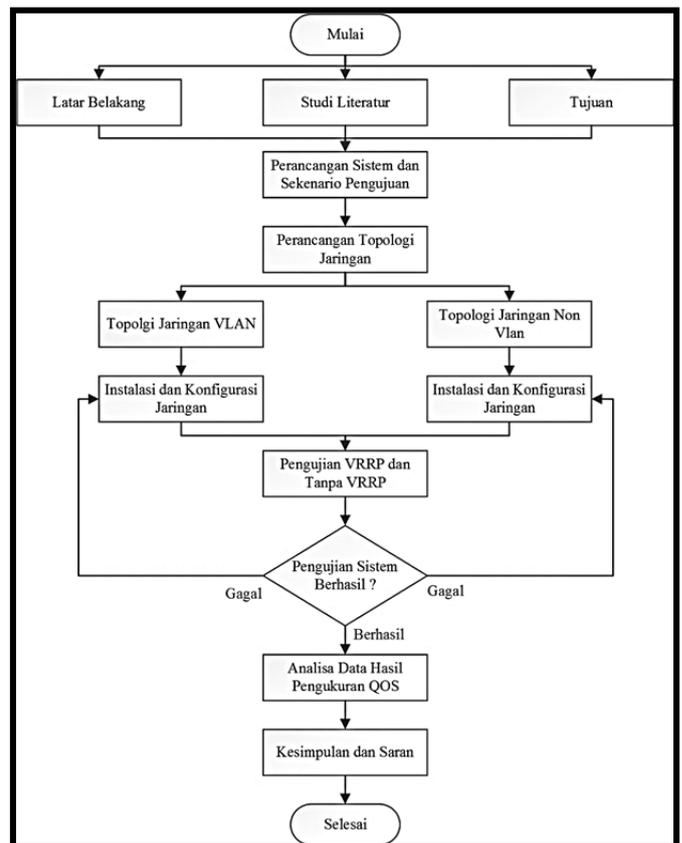


Gbr. 4 Topologi VRRP dengan VLAN.

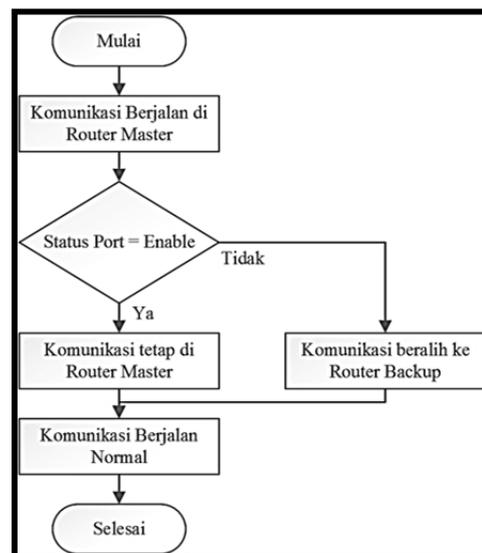


Gbr. 5 Topologi VRRP tanpa VLAN.

Gbr. 6 merupakan diagram alir penelitian dari sistem VRRP yang akan diuji. Terlihat bahwa urutan dilakukan sejak mengumpulkan referensi data hingga selesai.



Gbr. 6 Diagram alir alur penelitian.



Gbr. 7 Diagram alir pemutusan komunikasi data.

Pengambilan data dilakukan dengan berbagai langkah. Langkah pertama adalah melakukan *ping* dari PC *client* ke PC *server* sebagai upaya mengetahui komunikasi telah berjalan atau belum. Selanjutnya pada PC *client*, data dari PC *server* diunduh untuk mengetahui nilai kualitas layanannya. Menggunakan *software* Wireshark, data-data yang mengalir dari PC *client* ke PC *server* direkam. Pada saat proses mengunduh berlangsung, antarmuka *router* utama dimatikan

tiba-tiba, sehingga komunikasi akan berpindah ke *router backup*. Diagram alir pemutusan komunikasi ditunjukkan pada Gbr. 7. Selanjutnya, Wireshark akan menampilkan data dari setiap paket. Data tersebut meliputi kecepatan pengiriman data, besar paket data, paket yang hilang, pengulangan pengiriman paket data, dan jeda waktu antar paket. Nilai-nilai tersebut kemudian dirata-rata pada tiap nilai QoS.

G. Skenario Pengujian VRRP

Pada pengujian VRRP dengan VLAN terdapat dua jaringan dan dua VLAN (VLAN 4 dan VLAN 5), seperti terlihat pada Gbr. 5. *Gateway Interface* pada *PC client*, yaitu 192.168.101.254, dan *Gateway Interface* pada *PC server*, yaitu 192.168.100.254, terhubung ke *switch manage*, dan *trunk switch* terhubung ke *router A* dengan kondisi *router master*. Hasil dari konfigurasi ketika VRRP diimplementasikan pada jaringan VLAN adalah satu antarmuka memiliki beberapa VLAN dan beberapa VRRP, yang memiliki fungsi berbeda sesuai dengan jaringannya.

Pada pengujian VRRP tanpa VLAN, seperti pada Gbr. 6, untuk konfigurasi IP VRRP dan *priority VRRP*, serta VRID VRRP antara *router master* dengan *router backup* sama dengan topologi VRRP dengan VLAN. Yang membedakan adalah pada konfigurasi ini digunakan dua antarmuka yang berbeda (*ether 7* dan *ether 8*) dan *switch manage* yang hanya dikonfigurasi VLAN *group* tanpa adanya *trunk*.

Untuk *router A*, VRRP LAN *server* diatur dengan nilai *priority 254* (akan menjadi *router master*), dengan VRID 1 diatur pada *ether 7*. VRRP LAN *client* diatur dengan nilai *priority 254* (akan menjadi *router master*), dengan VRID 2 diatur pada *ether 8*.

Untuk *router B*, VRRP LAN *server* diatur dengan nilai *priority 100* (akan menjadi *router backup*) dengan VRID 1 diatur pada *ether 7*. VRRP LAN *client* diatur dengan nilai *priority 100* (akan menjadi *router backup*) dengan VRID 2 pada *ether 8*.

Pada pengujian VRRP melalui internet, tetap digunakan jaringan VLAN dan LAN, serta hanya dilakukan pemutusan *link* agar mendapatkan nilai kualitas layanan VRRP. Posisi *server* berada pada kantor Maudy Network Komunikasi dan *PC client* berada pada internet, dengan lokasi dan jaringan yang berbeda.

H. Skenario Pengukuran QoS

Pengukuran nilai QoS bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja suatu jaringan. Beberapa nilai QoS yang dicari adalah *delay*, *downtime*, *throughput*, dan *packet loss*. *Software Wireshark* digunakan sebagai *software data capture* dari data yang bergerak antara *PC server* ke *PC client* saat *PC client* mengunduh *file* dari *PC server*, dengan variasi limitasi *bandwidth 20 Mbps*, *50 Mbps*, dan *100 Mbps*. Khusus pengujian melalui internet tidak melibatkan limitasi *bandwidth*. Adapun pengukuran QoS dilakukan masing-masing 15 kali pengujian dengan kondisi-kondisi sebagai berikut.

1. Tanpa dilakukan pemutusan *link* saat paket data sedang dikirimkan.

2. Dengan dilakukan pemutusan *link* saat paket data sedang dikirimkan.
3. Dengan dilakukan pemutusan *link* dan akses data melalui internet.

Skenario pada pengukuran nilai *downtime*, khusus variasi dengan kecepatan 0 Mbps, dilakukan pengujian dengan mengaktifkan *software Wireshark*. *Wireshark* akan merekam seluruh aktifitas trafik yang mengalir pada antarmuka *PC client*, termasuk *announcement* yang di-broadcast dari protokol VRRP. Selanjutnya *ethernet* yang berada pada *router master* dimatikan, atau *disable interface*. Saat *link ethernet* pada *router master* down atau mati, akan dilakukan pengukuran lamanya waktu *downtime* saat peralihan antara *router master* ke *router backup*. Lama waktu *downtime* terukur oleh *Wireshark* yang ditampilkan pada *IP address broadcast announcement* dari *router A* menjadi *router B*.

Skenario pengukuran *delay* didapatkan dari beberapa kali pengujian dengan berbagai variasi yang telah disebutkan pada skenario pengujian kualitas layanan. Selanjutnya nilai hasil pengujian *delay* dirata-rata.

Pada skenario pengukuran kualitas layanan *throughput VRRP* dengan VLAN dan VRRP dengan LAN, serta dengan pemutusan *link* dan tanpa pemutusan *link*, dilakukan perbandingan tentang keoptimalan sistem dan efisiensi nilai *throughput* dibanding *bandwidth* yang disediakan.

Data *retransmission* didapatkan dari pengujian dengan berbagai variasi. Selanjutnya nilai hasil pengujian *retransmission* dirata-rata. *Retransmission* didapat dari hasil perintah sortir "*tcp.analysis.retransmission*" pada *software Wireshark*.

Pengukuran *packet loss VRRP* dengan VLAN dan VRRP tanpa VLAN dilakukan untuk membuktikan bahwa paket TCP menampilkan keandalannya sebagai protokol yang andal meskipun di jaringan VRRP terdapat *downtime*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kualitas Layanan pada VRRP

Pada pengukuran kualitas layanan di jaringan VRRP, akan digunakan lima parameter, yaitu *downtime*, *delay*, *throughput*, *retransmission*, dan *packet loss*. Sesuai standar ITU-T, parameter *delay* dan *packet loss* memiliki batasan untuk diketahui bagus tidaknya nilai-nilai yang didapatkan dari pengujian, yaitu sebagai berikut [13].

1. *Delay* bernilai baik jika bernilai 0 - 150 ms, cukup jika nilainya 150 - 400 ms, dan buruk jika lebih dari 400 ms.
2. *Packet loss* baik jika bernilai 0% - 1%, cukup jika bernilai 1% - 5%, dan buruk jika lebih dari 10%.

B. Downtime

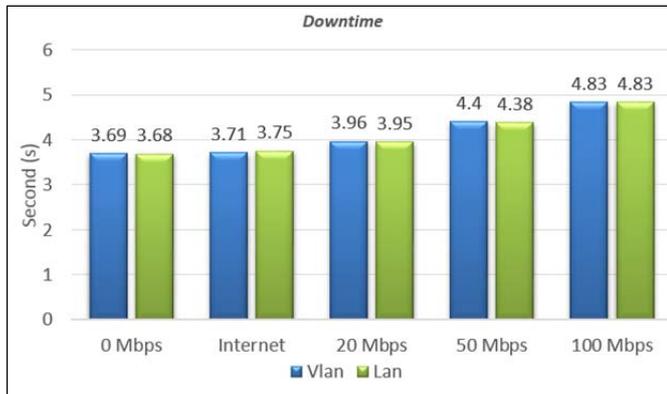
Tujuan pengukuran *downtime VRRP master backup* adalah untuk mengetahui seberapa lama waktu jaringan mengalami *failover* dan mengetahui pengaruh pada sistem VRRP saat terjadi *link failure*.

Tabel I menyajikan hasil rata-rata dari beberapa kali pengujian. Pengujian dimulai dengan *bandwidth 0 Mbps*, lalu

20 Mbps, 50 Mbps, hingga 100 Mbps, serta koneksi dari internet. Gbr. 8 menyajikan hasil tersebut dalam bentuk grafik.

TABEL I
RARA-RATA PENGUKURAN *DOWNTIME* VRRP

Limitasi Kecepatan Data	<i>Downtime (second)</i>	
	VRRP dengan VLAN	VRRP dengan LAN
100 Mbps	4.836	4.835
50 Mbps	4.407	4.386
20 Mbps	3.966	3.956
Internet	3.718	3.75
0 Mbps	3.694	3.687



Gbr. 8 Grafik rata-rata *downtime* VRRP.

Terlihat pada Tabel I, pada pengujian *downtime* menggunakan internet, hasil rata-rata pada VLAN dan LAN yaitu 3,718 dan 3,75 detik. Nilai tersebut termasuk rendah dibandingkan pada limitasi lainnya. Hal tersebut dikarenakan pada pengujian melalui koneksi internet didapatkan rata-rata *throughput* sebesar 6 Mbps., *Throughput* yang rendah menghasilkan *downtime* yang rendah pula.

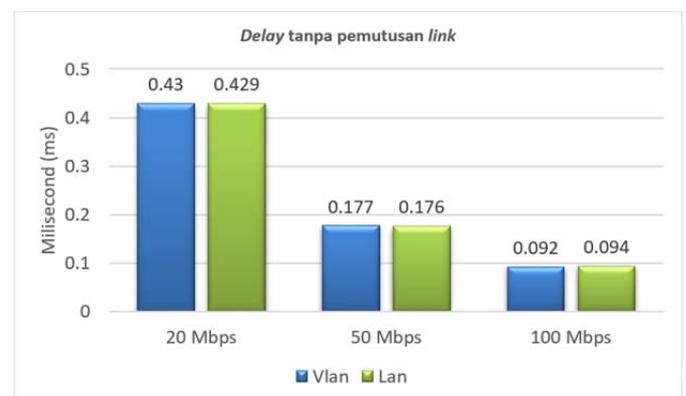
Pada hasil pengukuran *downtime*, diketahui bahwa *downtime* terbesar adalah pengujian dengan *bandwidth* 100 Mbps pada topologi VRRP dengan VLAN, yaitu selama 4,836 detik. *Downtime* terkecil diperoleh pada pengujian dengan *bandwidth* 0 Mbps pada topologi VRRP tanpa VLAN, yakni 3,687 detik. Tampak pula bahwa semakin besar jalur *bandwidth*, maka semakin banyak pula *downtime*. Hal ini disebabkan semakin besarnya kecepatan data mengakibatkan VRRP membutuhkan waktu lebih untuk menyediakan jalur *backup* agar siap dilalui data.

Bila dibandingkan antara topologi VRRP dengan VLAN dan VRRP tanpa VLAN, perbedaan nilainya tidak terlalu signifikan. Selisih angka tidak ada yang melebihi 0,1 detik. Walaupun selisihnya sangat kecil, bila diamati secara seksama terlihat bahwa topologi VRRP tanpa VLAN memiliki *downtime* lebih kecil dibanding topologi VRRP dengan VLAN. Hal ini dikarenakan pada topologi VLAN terdapat penambahan *header* pada paket yang dikirim sesuai dengan standar IEEE *standard* 802.1Q. Penambahan *header* VLAN tersebut mengakibatkan bertambahnya waktu proses VRRP memindahkan komunikasi ke jalur *backup*. Dengan melihat pengujian secara keseluruhan, total angka maksimal *downtime* yang dimiliki oleh protokol VRRP dalam mentransfer paket data *cloud storage* ialah 6,4758 detik, dan angka minimal

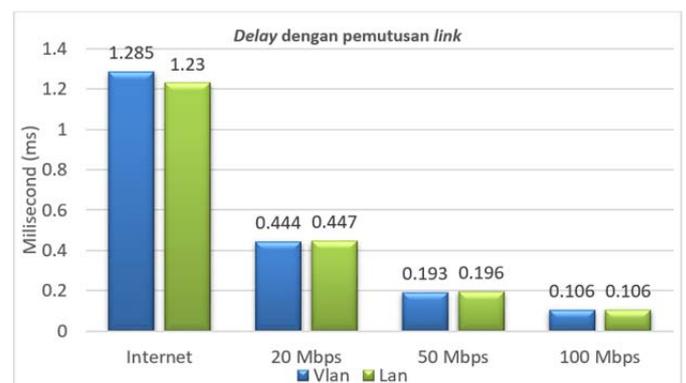
downtime dari protokol VRRP ialah 3,052 detik. Bila dibandingkan dengan standar RFC 5798 (IETF), dengan nilai *priority* yang digunakan yaitu 254, dengan kondisi paket *advertisement* dikirimkan dengan interval 1 detik, maka didapatkan nilai *downtime* sebesar 3,007 detik. Hasil teori perhitungan Standar RFC 5798 (IETF) berkaitan tentang *master down interval*. Nilai tersebut berbeda dari *downtime* saat pengujian VRRP dengan *router* mikrotik RB1100AH2x pada jaringan VLAN dan tanpa VLAN yang dilalui data *cloud storage*, yang menghasilkan nilai antara 3,052 detik hingga 6,4758 detik. Dapat disimpulkan bahwa pembebanan trafik jaringan dapat menjadikan *downtime* yang lebih lama dan VRRP tetap menjaga ketersediaan komunikasi ketika *link* terputus.

C. Delay

Tujuan pengukuran kualitas layanan *delay* pada VRRP adalah untuk mengetahui rata-rata jeda waktu antar paket data yang dikirimkan dari PC server ke PC client.



Gbr. 9 Pengukuran *delay* tanpa pemutusan *link*.



Gbr. 10 Pengukuran *delay* dengan pemutusan *link*.

Pengujian kualitas layanan VRRP menggunakan koneksi internet menghasilkan angka *delay* rata-rata pada VLAN dan LAN yaitu 1,285 dan 1,23. *Delay* ini relatif lebih tinggi dibanding limitasi yang lain. Hal ini dipengaruhi oleh jaringan internet yang banyak melewati *router*, sehingga perjalanan data yang panjang membuat *delay* semakin tinggi. Nilai *delay* pada VLAN lebih tinggi dibanding pada LAN, karena VLAN merupakan protokol yang memiliki 32 bit tambahan pada tiap paket data, sehingga bisa menjadikan *delay* membesar.

Secara umum terlihat bahwa ketika kecepatan trafik data semakin meningkat, maka *delay* yang dihasilkan semakin kecil. Hal yang sama dialami antara VRRP tanpa pemutusan *link* dan VRRP dengan pemutusan *link*. 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.

Gbr. 9 dan Gbr. 10 adalah hasil pengukuran *delay* tanpa dan dengan pemutusan *link*. Dari perbandingan kedua gambar, dihasilkan nilai *delay* yang tidak tampak jauh. Walaupun pada pengujian VRRP yang terdapat pemutusan *link* terdapat *downtime*, hasil rata-rata *delay* masih tergolong kecil, karena menurut ITU-T G.114, nilai *delay* dibawah 150 ms dapat dikatakan berkualitas baik. *Delay* terkecil pada pengujian VRRP dengan pemutusan *link* adalah 0,1062 ms dan nilai terbesar ialah 0,447 ms. Untuk *delay* terkecil pada pengujian VRRP tanpa pemutusan *link* diperoleh nilai 0,092 ms dan nilai terbesar ialah 0,43 ms. Waktu *delay* pada VRRP dengan pemutusan *link* lebih besar, karena pemutusan *link* mengharuskan terjadinya perpindahan jalur dari *router* A ke *router* B, sekaligus adanya pengulangan pengiriman data atau *retransmission* yang berakibat bertambahnya waktu pengiriman paket.

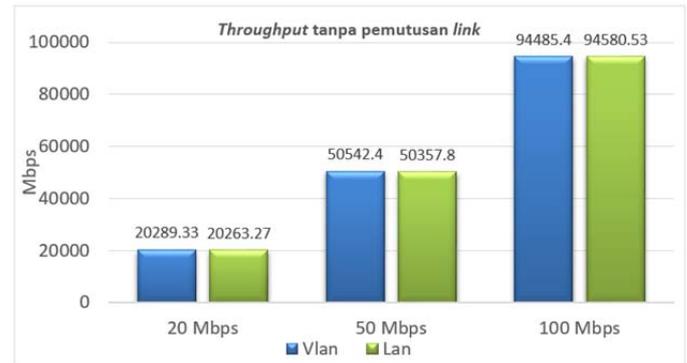
Saat pengujian dengan pemutusan *link* dan dibandingkan antara dengan VLAN dan tanpa VLAN, topologi VRRP dengan VLAN memiliki *delay* yang lebih kecil. Hal ini membuktikan bahwa tambahan bit-bit *header* yang terdapat pada VLAN tidak memberikan dampak buruk terhadap *delay* paket saat terjadinya *downtime*, sehingga topologi VRRP dengan VLAN memiliki waktu *delay* lebih kecil dibanding VRRP tanpa VLAN. Untuk pengujian *delay* tanpa pemutusan *link*, topologi VRRP dengan VLAN menghasilkan *delay* yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh penambahan bit-bit *header* pada VLAN yang membuat paket menjadi lebih besar sehingga *delay* meningkat. Dapat disimpulkan bahwa topologi VRRP dengan VLAN akan lebih efisien ketika diimplementasikan pada lokasi yang sering terjadi putus *link*, karena menghasilkan nilai *delay* yang kecil.

D. Throughput

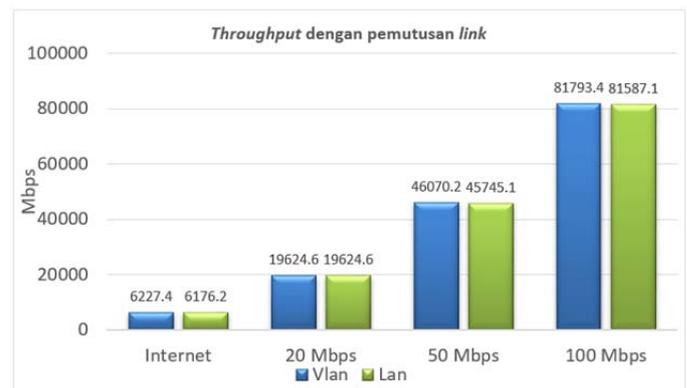
Tujuan pengukuran *throughput* VRRP adalah untuk mengetahui nilai *bandwidth* sebenarnya yang dapat dialirkan oleh protokol VRRP serta efisiensi *throughput* ketika terjadi pemutusan *link*. Gbr. 11 dan Gbr. 12 menunjukkan hasil pengujian *throughput* tanpa dan dengan pemutusan *link*.

Analisis pengujian VRRP melalui internet pada pemutusan *link* menunjukkan bahwa *throughput* pada jaringan VLAN dan LAN adalah sebesar 6227,4 Mbps dan 6176,2 Mbps. Nilai *throughput* lebih tinggi pada topologi LAN, karena pada protokol VLAN terdapat 32 bit tambahan, sehingga dapat mengurangi *throughput*. Hasil rata-rata 6 Mbps didapatkan karena faktor pengujian melalui internet menggunakan

fasilitas internet umum, sehingga kapasitas *bandwidth* dibagi dengan pengguna lain.



Gbr. 11 Throughput tanpa pemutusan link.



Gbr. 12 Throughput dengan pemutusan link.

Secara umum terlihat pada perbandingan VRRP dengan VLAN dan VRRP tanpa VLAN, serta VRRP dengan pemutusan *link* dan VRRP tanpa pemutusan *link*, seiring bertambahnya besar limitasi kecepatan data, maka nilai *throughput* yang didapat ikut bertambah.

Perbandingan antara Gbr. 11 dengan Gbr. 12 menunjukkan *throughput* yang memiliki efisiensi terbesar adalah pada VRRP tanpa pemutusan *link*, yaitu dengan limitasi 20 Mbps dapat menghasilkan *throughput* 20,2 Mbps, dengan limitasi 50 Mbps dapat menghasilkan *throughput* 50 Mbps, dan dengan limitasi 100 Mbps dapat menghasilkan *throughput* 94 Mbps. Limitasi 20 Mbps dengan limitasi 50 Mbps menghasilkan efisiensi kurang lebih 100%, dan khusus untuk limitasi 100 Mbps menghasilkan efisiensi 94%, dikarenakan kecepatan yang tinggi memerlukan pengolahan paket yang tinggi pula. Oleh karena itu, *hardware* dari *device* yang digunakan sangat berpengaruh. Hasil *throughput* didapatkan sesuai dengan skenario pengujian. Untuk VRRP dengan dilakukan pemutusan *link* dihasilkan *throughput* di bawah angka limitasi, yakni dengan limitasi 20 Mbps dapat menghasilkan *throughput* 19,6 Mbps, dengan limitasi 45 Mbps dapat menghasilkan *throughput* 50 Mbps, dan dengan limitasi 100 Mbps dapat menghasilkan *throughput* 81 Mbps. Efisiensi *throughput* yang dihasilkan VRRP dengan pemutusan *link*, untuk limitasi 20 Mbps didapatkan 98%, untuk limitasi 50 Mbps didapatkan 90%, dan untuk limitasi 100 Mbps didapatkan 81%. 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.

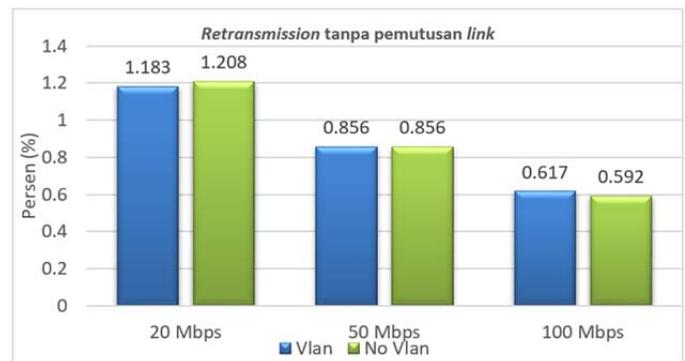
Dibanding topologi VRRP tanpa VLAN, topologi VRRP dengan VLAN menghasilkan angka *throughput* yang cenderung lebih tinggi, walaupun rata-rata selisihnya tidak lebih dari 0,4 Mbps. VLAN dapat menjadikan *throughput* jaringan VRRP lebih baik. Hal ini, seperti pada pengukuran *delay*, dikarenakan penambahan 32 bit yang digunakan untuk VLAN justru memaksimalkan *throughput* jaringan VRRP. Ini disebabkan oleh antarmuka *router* yang cukup menggunakan satu *port* untuk beberapa jaringan.

E. Retransmission

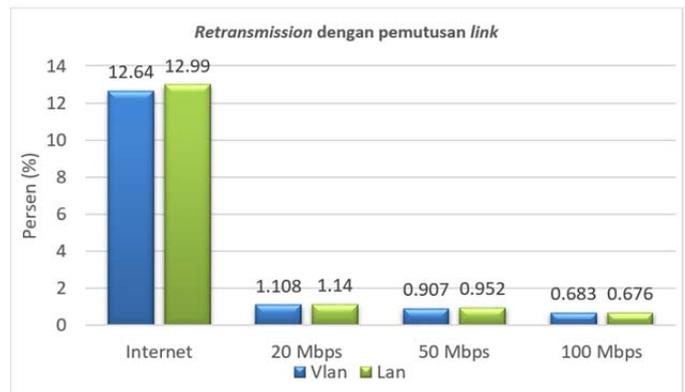
Tujuan pengukuran *retransmission* adalah untuk mengetahui bahwa paket TCP merupakan paket yang andal, yaitu memiliki fitur *retransmission*. Ketika pada proses transmisi data terjadi paket hilang atau paket rusak, maka akan segera diperbaiki dengan cara mengirimkan ulang paket data. Gbr. 13 dan Gbr. 14 adalah hasil pengukuran *retransmission* tanpa dan dengan pemutusan *link*.

Pengujian kualitas layanan VRRP menggunakan internet menghasilkan nilai *retransmission* yang sangat tinggi dibandingkan pada limitasi lainnya, yaitu dengan topologi VLAN dengan LAN, nilainya adalah 12,64% dan 12,99%. Nilai dengan persentase tertinggi adalah pada topologi LAN. Persentase yang tinggi ini dapat diakibatkan oleh lamanya perjalanan data karena harus melewati internet sehingga dimungkinkan banyak data yang rusak sehingga perlu dikirimkan kembali.

Pada VRRP dengan pemutusan *link* terdapat *retransmission*, walaupun sudah jelas dilakukan pemutusan *link*. Terdapat pula *retransmission* pada VRRP tanpa dilakukan pemutusan *link*. Hasil pengujian yang ditampilkan menunjukkan bahwa kedua metode sama-sama memiliki *retransmission* walaupun nilai persentase yang diperoleh tidak sama. *Retransmission* pada VRRP dengan pemutusan *link* lebih tinggi dibanding dengan VRRP tanpa dilakukan pemutusan *link*. Hal ini berlaku untuk transmisi paket data yang besar atau pada pengujian 50 Mbps dan 100 Mbps. Untuk pengujian kecepatan transmisi kecil, yaitu 20 Mbps, nilai persentase *retransmission* lebih besar pada VRRP tanpa pemutusan *link*. Hal tersebut bisa terjadi karena dengan kecepatan transmisi yang rendah membuat paket yang dikirimkan tiap detiknya rendah, sehingga saat terjadi pemutusan *link* tidak banyak paket yang hilang. Dan untuk *bandwidth* data yang besar, pengiriman data per detiknya menjadi banyak, sehingga ketika ada pemutusan *link*, akan ada banyak paket yang hilang dan harus dikirim ulang. Secara umum, *retransmission* tetap ada walaupun pada jaringan tanpa adanya pemutusan *link*.



Gbr. 13 Retransmission tanpa pemutusan link.



Gbr. 14 Retransmission dengan pemutusan link.

Nilai persentase *retransmission* terbesar terdapat pada *bandwidth* 20 Mbps, pada jaringan tanpa VLAN, yaitu sebesar 1,208%, dan nilai terkecil diperoleh pada *bandwidth* 100 Mbps, pada jaringan tanpa VLAN, yaitu sebesar 0,592%. Keduanya sama-sama terjadi pada VRRP tanpa dilakukan pemutusan *link*.

Selanjutnya, bila dibandingkan *retransmission* antara jaringan VRRP dengan VLAN dan VRRP tanpa VLAN, jaringan VLAN menghasilkan persentase *retransmission* yang semakin besar ketika berada pada *bandwidth* yang tinggi, yaitu 100 Mbps, baik pada jaringan VRRP dengan pemutusan *link* maupun tanpa pemutusan *link*. Dan untuk pengujian pada *bandwidth* 50 Mbps serta 20 Mbps, VLAN menjadikan persentase *retransmission* semakin kecil. Hal ini disebabkan semakin besar kecepatan transmisi data maka *bit-bit header* VLAN juga semakin banyak. Akibatnya, terjadi penuhnya pemrosesan data pada suatu antarmuka, semakin bisa mengakibatkan meningkatnya *retransmission*.

F. Packet Loss

Dari hasil pengukuran pada kualitas layanan VRRP dengan VLAN dan tanpa VLAN, serta VRRP dengan pemutusan *link* dan tanpa pemutusan *link*, transmisi TCP dengan *bandwidth* 20 Mbps, 50 Mbps, dan 100 Mbps tidak menghasilkan *packet loss* sama sekali atau sebesar 0%. Hal ini disebabkan oleh keandalan protokol TCP yang memprioritaskan kualitas data. Walaupun dalam pengujian terdapat pemutusan *link* komunikasi, paket data tetap akan dikirim ulang dengan adanya *retransmission*. Hanya saja *retransmission* akan berpengaruh pada nilai *delay*.

Dari berbagai metode pengujian, hasil rata-rata pengujian secara penuh menunjukkan bahwa nilai *packet loss* yang dihasilkan sebesar 0%. Menurut standar ITU-T G.114, *packet loss* dengan nilai 0% selain dapat dibuktikan dengan angka yang didapat dari *software* Wireshark, dapat pula dibuktikan dengan membuka *file* yang telah selesai diunduh. *File* tersebut dapat dibuka secara normal tanpa adanya *error*.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pada layanan komunikasi *cloud storage* dengan VRRP *master backup* saat beban *router* dinaikkan dan jaringan mengalami *link failure*, diketahui bahwa VRRP dapat berkerja dengan baik, sehingga semua proses pengiriman data tetap berjalan sebagaimana mestinya, serta VRRP dapat menjadi solusi dari perancangan jaringan telekomunikasi yang membutuhkan keandalan jaringan dari terputusnya *link*.

Pada skenario pengujian pada topologi VRRP dengan VLAN dan VRRP tanpa VLAN saat mengakses *cloud storage*, VRRP dengan VLAN lebih unggul, ditunjukkan oleh nilai *downtime* lebih rendah dan *retransmission* saat *bandwidth* besar bernilai lebih kecil. Sedangkan kelebihan VRRP dengan VLAN adalah nilai *throughput* lebih optimal, serta waktu *delay* yang lebih kecil.

Hasil analisis *downtime* saat jaringan mengalami *link failure* menghasilkan nilai *downtime* antara 3,052 detik hingga 6,475 detik. Rata-rata *downtime* saat *bandwidth* 0 Mbps adalah 3,6 detik, saat *bandwidth* 20 Mbps sebesar 3,9 detik, saat *bandwidth* 50 Mbps adalah 4,4 detik, dan saat *bandwidth* 100 Mbps adalah 4,8 detik. Sedangkan saat menggunakan internet nilai *downtime* sebesar 3,7 detik.

Hasil pengukuran *delay* pada VRRP yang mengalami *link failure* dan tanpa *link failure* menghasilkan nilai *delay* pada *bandwidth* 20 Mbps yaitu 0,43 detik dan 0,44 detik, pada *bandwidth* 50 Mbps yaitu 0,177 detik dan 0,193 detik, pada *bandwidth* 100 Mbps yaitu 0,092 dan 0,106 detik, serta pada pengujian via internet yaitu 1,285 detik dan 1,23 detik. Dapat disimpulkan antara kedua metode rata-rata memiliki selisih kurang dari 0,1 detik.

Dari pengukuran *throughput* diketahui bahwa jaringan tanpa terputus menghasilkan efisiensi 100% pada *bandwidth* 20 Mbps dan 50 Mbps, serta efisiensi 94% pada *bandwidth* 100 Mbps. Jaringan dengan *link* terputus menghasilkan efisiensi 98% pada *bandwidth* 20 Mbps, 90 % pada *bandwidth* 50 Mbps, dan 81% pada *bandwidth* 100 Mbps. Pada pengukuran *packet loss*, diketahui bahwa semua topologi dan semua jaringan menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 0 %.

REFERENSI

- [1] Reska K. N. (2015). Pengguna Internet Indonesia Tembus 88 Juta [Online], <http://inet.detik.com>, tanggal akses: 26 Maret 2015.
- [2] R. H. Saputra, A.G. Permana, dan M. Iqbal, "Implementasi dan Analisis Virtual Router Redundancy Protocol Version 3 (VRRPv3) IPV6 Dengan Menggunakan Small Form-Factor Pluggable Optic Untuk Layanan Data," Tugas akhir, Universitas Telkom, 2015.
- [3] Wibowo. Teguh, "Implementasi dan Analisis VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) Menggunakan PC Router Pada Jaringan VoIP" Tugas akhir, Universitas Telkom, 2011.
- [4] Y. R. Adi, O. D. Nurhayati, dan E. D. Widiyanto, "Perancangan Sistem Cluster Server untuk Jaminan Ketersediaan Layanan Tinggi pada Lingkungan Virtual" *JNTETI*, Vol. 5, no. 2, Mei, 2016.
- [5] J.-H. Kuo, S.-U. Te, C.-Y. Huang, P.-L. Tsai, C.-L. Lei, S.-Y. Kuo, Y. Huang and Z. Tsai, "An Evaluation of the Virtual Router Redundancy Protocol Extension with Load Balancing," National Taiwan University. Taiwan, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), 2005.
- [6] W. Mikrotik, "VRRP Configuration Examples," <http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:VRRP-examples>, tanggal akses: 11 May 2015.
- [7] Y. R. Mustika, R. Munadi, and L. Vidya, "Implementasi dan analisis performansi VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) pada jaringan intervlan (Intervirtual LAN) untuk layanan VoIP," Tugas akhir, Universitas Telkom, 2012.
- [8] M. Arfan, "Model Implementasi Centralized Authentication Service pada Sistem Software As A Service" *JNTETI*, Vol. 3, no. 1, Februari, 2014.
- [9] Rhoton, J., *Cloud Computing Explained*, United State: Recursive Press, 2011.
- [10] Owncloud, "Owncloud Overview," <https://owncloud.com/owncloud-overview/>, tanggal akses: 25 November 2015.
- [11] T. A. Nugroho, B. Handaga, and H. Sulistyanto, "Perancangan Private Cloud Storage Menggunakan ownCloud," Skripsi, Universitas Sebelas Maret, 2014.
- [12] Tharom, Thabratas, *Teknologi VoIP*, Jakarta: Elex Media Komputindo, 2001.
- [13] Yonathan, B., Yoanes B. dan Armein Z.R.L., "Analisis Kualitas Layanan (QoS) Audio-Video Layanan Kelas Virtual di Jaringan Digital Learning Pedesaan", *Konferensi Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia*, 2011.