
Redundancy Gateway Menggunakan Metode Failover dan Load Sharing Gateway

Rachmat Adi Purnama¹, Firmansyah²

Rachmat.rap@bsi.ac.id¹, firmansyah.fmy@nusamandiri.ac.id²

¹Universitas Bina Sarana Informatika

²Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri

Informasi Artikel

Diterima : 13-01-2020

Direview : 20-01-2020

Disetujui : 11-02-2020

Kata Kunci

redundancy gateway;
failover gateway;load
sharing gateway;VRRP;
redundancy

Abstrak

Kegagalan transfer paket data dalam suatu jaringan menjadi sebuah ancaman yang besar, baik disebabkan oleh kegagalan *link* maupun beban *traffic* yang padat. Untuk menjaga kestabilan dalam jaringan, diterapkan protokol *redundancy gateway* VRRP. Dari hasil penelitian yang dilakukan, dibutuhkan rata-rata waktu untuk melakukan *failover* selama 3,75ms dari *router master* ke *router backup* dan rata-rata *packet loss* yang terjadi sebanyak 3 *packet* serta rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *failover* dari *router backup* kembali ke *router master* selama 1,37ms serta terjadi *packet loss* sebanyak 1,5 *packet*. Hasil penelitian *load sharing* mampu membuat 1 buah perangkat *router* sebagai *router master* di dalam 2 VRID sekaligus. Pengimplementasian kedua metode *Failover* dan *Load Sharing* dapat meningkatkan konektivitas dalam jaringan dengan memastikan konektivitas dapat berjalan dengan stabil dan sama rata. *Failover* digunakan sebagai *redundancy backup gateway* dan *load sharing* digunakan untuk membagi beban *gateway* dengan sama rata.

Keywords

redundancy gateway;
failover gateway;load
sharing gateway;VRRP;
redundancy

Abstract

Failure to transfer data packets on a network becomes a big threat, both caused by link failures and heavy traffic loads. To maintain stability in the network, the VRRP gateway redundancy protocol is applied. From the results of the research conducted, it takes an average time to failover for 3.75ms from the master router to the backup router and an average packet loss that occurs as many as 3 packets and the average time needed to failover from the backup router back to master router for 1.37ms and 1.5 packet loss occurred. The results of load sharing research are able to make 1 router device as a master router in 2 VRID at once. Implementing both Failover and Load Sharing methods can improve connectivity in the network by ensuring connectivity can run stably and equally. Failover is used as a backup gateway redundancy and load sharing is used to divide the gateway load equally.

A. Pendahuluan

Kestabilan konektivitas dalam jaringan menjadi hal yang sangat penting terutama dalam proses transfer paket data [1]. Kegagalan terhadap *link* dan perangkat menjadi sebuah masalah yang sering terjadi dalam sebuah jaringan komputer. Menjaga kestabilan komunikasi pada jaringan yang kompleks, diperlukanlah protokol yang dapat menjaga jaringan dari terputusnya komunikasi [2]. *Redundancy gateway* mampu menjadi sebuah solusi dalam meminimalisir terputusnya konektivitas. *Virtual router redundancy protocol* (VRRP) mampu meminimalisir terjadinya kegagalan terhadap salah satu *link* dan perangkat yang sedang digunakan. *Redundancy* juga dapat digunakan untuk menyeimbangkan beban dalam jaringan [3]. Protokol *redundancy gateway* merupakan protokol jaringan yang membentengi alamat *gateway* utama dengan alamat *gateway* cadangan [4] [5]. Pembangunan jaringan yang kompleks dengan akurasi kestabilan komunikasi tinggi dilakukan dengan mengimplementasikan VRRP [6]. Saat menggunakan protokol VRRP dua *router* akan dikonfigurasi untuk bekerja secara bersamaan dalam satu group VRRP yang berbagi satu IP Address dan MAC Address secara virtual [7] dan semua *router* VRRP akan menghasilkan paket kontrol terhadap kinerja VRRP menuju jaringan lokal [8]. VRRP digunakan secara konvensional untuk menyediakan fungsional *gateway* tanpa adanya gangguan di internet dan VRRP mampu menyediakan backup *gateway* jika *gateway* utama mengalami kegagalan [9] [10] [11] di dalam jaringan LAN [12].

Pada protokol VRRP, *active gateway* dianggap sebagai *router master* dan *router* lainnya akan dianggap sebagai *router backup*. VRRP akan melakukan pelacakan secara otomatis dengan mengirimkan *hello packet* setiap 1 (satu) detik ke semua *router* yang terhubung kedalam VRRP *group*. Proses *failover* dalam VRRP akan terjadi ketika *hello packet* yang dilakukan tidak mendapatkan respon dari *router* tujuan. Proses *failover* akan bergerak sangat cepat sehingga tidak akan mengganggu komunikasi di dalam jaringan [12] dikarenakan *router backup* akan secara otomatis dan bertanggung jawab untuk meneruskan paket data [13]. Di dalam protokol *redundancy*, *router master* akan dipilih untuk melakukan proses transfer data secara prioritas [14]. Selain mendukung adanya *failover*, VRRP mampu menerapkan metode *load sharing* untuk mengurangi beban di dalam jaringan. *Load sharing* akan menerapkan pembagian *bandwidth* berdasarkan *interface* yang digunakan [15]. *Load sharing* menyediakan *interface* bersama antara *router* pertama dengan *router* kedua yang memungkinkan diantara *router* tersebut untuk berbagi meneruskan paket data di dalam satu *interface* [16]. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk membuat sebuah sistem *failover* dan *load sharing* pada perangkat *router gateway*, sehingga mampu meminimalisir terjadinya permasalahan pada jaringan yang ada.

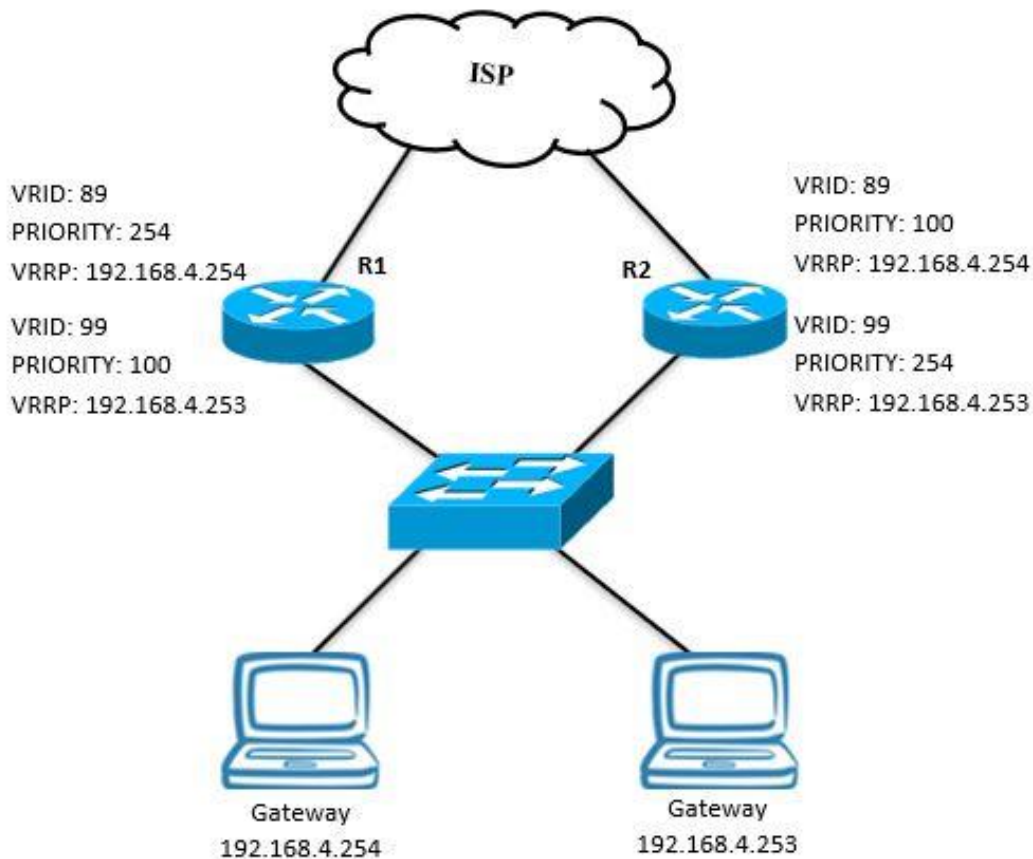
Pada penelitian sebelumnya, kondisi jaringan dengan menggunakan sistem VRRP ini hanya membutuhkan waktu *downtime* sangat singkat dengan memakan waktu hanya 3 sampai 4 detik [17] dan *packet loss* yang terjadi saat terjadinya *redundancy* pada protokol VRRP sebesar 3,8% [18].

B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan bantuan dua (2) buah perangkat *RouterBoard MikroTik 951HAP-Lite* dengan menggunakan *RouterOS* versi 4 yang

digunakan sebagai penghubung antara jaringan publik menuju ke jaringan lokal dan menggunakan satu (1) buah perangkat switch serta bantuan *software Colasoft* untuk mengetahui *performa* dari protokol VRRP dengan mempertimbangkan *packet loss, delay*, serta *load sharing* yang terjadi.

Untuk melakukan implementasi *failover and load sharing gateway* penulis menggunakan skema jaringan yang terlihat pada Gambar 1 dengan menggunakan spesifikasi IP address yang terdapat pada Tabel 1. Terdapat beberapa skenario pengujian dalam penelitian ini, diantaranya pengujian sebelum diterapkannya *protocol redundancy failover and load sharing gateway*, pengujian terhadap kinerja *failover gateway* di antara *router master* menuju *router backup* dan *router backup* kembali ke *router master*, serta pengujian terhadap kinerja *load sharing* di dalam jaringan VRRP.



Gambar 1. Skema Jaringan

Untuk mendukung pengimplementasian *failover dan load sharing gateway* di dalam penelitian ini, penulis menggunakan 2 (dua) protokol VRRP di dalam 1 (satu) buah perangkat *router*. Pembagian beban jaringan dengan sama rata di dalam jaringan merupakan konsep dari protokol VRRP *load sharing gateway*. *Router 1* menggunakan VRID 89 sebagai prioritas tertinggi, sedangkan *router 2* menggunakan VRID 99 sebagai prioritas terendah. *Client* dengan menggunakan alokasi *gateway* 192.168.4.254 akan diprioritaskan aksesnya melalui *router 1* dan akan berpindah ke *router 2* jika terjadi *link failure* terhadap *router 1*. Sedangkan *client* dengan alokasi *gateway* 192.168.4.253 akan diprioritaskan aksesnya melalui

router 2 dan hops akan berpindah menuju router 1 jika terjadi link failure terhadap router 2.

Tabel 1. Spesifikasi IP Address

Device	Interface	IP Address
Router 1	Wlan1	DHCP Client
	Ether4	192.168.4.1/24
	Vrrp1	192.168.4.254/24
	Vrrp2	192.168.4.253/24
Router 2	Wlan1	DHCP Client
	Ether4	192.168.4.2/24
	Vrrp1	192.168.4.254/24
	Vrrp2	192.168.4.253/24

Router 1 dan Router 2 mendapatkan alokasi IP Address secara DHCP Client untuk melakukan konektivitas menuju ke ISP. Untuk mengimplementasikan protokol VRRP, interface yang digunakan di dalam kedua router tersebut adalah interface ether 4 dengan IP VRRP1: 192.168.4.254/24 dan IP VRRP2: 192.168.4.253/24. Di dalam satu buah interface akan diterapkan 2 (dua) protokol VRRP guna mendukung pengimplementasian load sharing VRRP.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Uji Konektifitas Non Redundancy

Sebelum diterapkannya protokol *redundancy*, jaringan lokal hanya menggunakan *single gateway*. Jika terjadi kegagalan *link* maka akses jaringan lokal akan mengalami permasalahan dan seluruh akses menuju jaringan akan terputus. Seperti terlihat pada Gambar 2, ketika *client* melakukan uji konektivitas menggunakan protokol ICMP menuju *website* nusamandiri.ac.id dan terjadi *link failure* maka seluruh lalu lintas paket data akan terputus secara keseluruhan disebabkan tidak adanya backup *gateway* di dalam jaringan.

```
C:\Users\HP>ping nusamandiri.ac.id -t

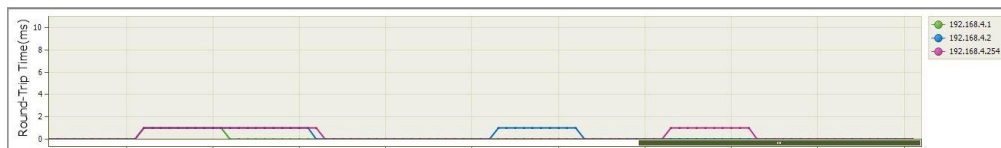
Pinging nusamandiri.ac.id [118.98.72.91] with 32 bytes of data:
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=62ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=23ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=46ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=55ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=72ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=143ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=110ms TTL=53
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.4.11: Destination host unreachable.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
```

Gambar 2. Uji Konektifitas Sebelum Implementasi Redundancy

2. Redundancy Traceroute

Skenario uji konektivitas yang kedua, peneliti mencoba melakukan pengujian terhadap kinerja *failover* di dalam protokol *redundancy* VRRP yang telah digunakan. Terlihat pada Gambar 3, client mencoba melakukan uji konektivitas terhadap *router 1*, *router 2* serta IP VRRP di antara kedua *router*

tersebut. Hasil yang didapat, uji konektivitas menuju 192.168.4.1, 192.168.4.2 dan 192.168.4.254 dapat terkoneksi dengan baik dengan rata-rata waktu *round trip time* di bawah 2 ms.



Gambar 3. Uji Konektivitas Setelah Implementasi *Redundancy*

```
C:\Users\HP>ping nusamandiri.ac.id -t

Pinging nusamandiri.ac.id [118.98.72.91] with 32 bytes of data:
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=95ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=40ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=60ms TTL=53
Request timed out.
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=32ms TTL=53
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=38ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=55ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=54ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=40ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=31ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=48ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=64ms TTL=53
Request timed out.
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=33ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=41ms TTL=53
Reply from 118.98.72.91: bytes=32 time=35ms TTL=53
```

```
C:\Users\HP>tracert nusamandiri.ac.id

Tracing route to nusamandiri.ac.id [118.98.72.91]
over a maximum of 30 hops:
 0  0 ms  0 ms  0 ms  192.168.4.1
 1  1 ms  1 ms  1 ms  hotspotdosen.bsi.ac.id [172.19.8.1]
 2  1 ms  3 ms  1 ms  172.16.255.41
 3  23 ms  20 ms  23 ms  10.1.173.189
 4  54 ms  22 ms  22 ms  m2-g7.ke-l2tp7.tachyon.net.id [115.124.80.13]
 5  20 ms  31 ms  *  brd-lii.ke-m2-g7.tachyon.net.id [115.124.80.209]
 6  *  15 ms  6 ms  103.30.172.94
 7  7 ms  13 ms  4 ms  1.subnet222-124-144.astinet.telkom.net.id [36.66.0.1]
 8  9 ms  13 ms  9 ms  254.subnet118-98-75.astinet.telkom.net.id [118.98.75.254]
 9  15 ms  17 ms  12 ms  91.subnet118-98-72.astinet.telkom.net.id [118.98.72.91]
10 166 ms 115 ms 102 ms

Trace complete.

C:\Users\HP>tracert nusamandiri.ac.id

Tracing route to nusamandiri.ac.id [118.98.72.91]
over a maximum of 30 hops:
 0  0 ms  0 ms  0 ms  192.168.4.2
 1  14 ms  1 ms  5 ms  hotspotdosen.bsi.ac.id [172.19.8.1]
 2  4 ms  3 ms  4 ms  172.16.255.41
 3  25 ms  12 ms  27 ms  10.1.173.189
 4  32 ms  7 ms  19 ms  m2-g7.ke-l2tp7.tachyon.net.id [115.124.80.13]
 5  10 ms  23 ms  22 ms  brd-lii.ke-m2-g7.tachyon.net.id [115.124.80.209]
 6  *  14 ms  12 ms  103.30.172.94
 7  *  9 ms  18 ms  1.subnet222-124-144.astinet.telkom.net.id [36.66.0.1]
 8  7 ms  9 ms  27 ms  254.subnet118-98-75.astinet.telkom.net.id [118.98.75.254]
 9  19 ms  20 ms  27 ms  91.subnet118-98-72.astinet.telkom.net.id [118.98.72.91]
10 107 ms  96 ms  96 ms

Trace complete.
```

Gambar 4. Uji Konektivitas Setelah Implementasi *Redundancy*

Gambar 4 merupakan uji konektivitas *failover* terhadap protokol VRRP. Pengujian menggunakan *traceroute* untuk mengetahui *hops* yang dilalui oleh *client* untuk dapat terkoneksi kedalam jaringan internet. Sebelum terjadinya *failover* di dalam jaringan VRRP, *client* akan terhubung ke dalam jaringan menggunakan *hops router* 1 dengan alokasi IP address 192.168.4.1 dan *hops* akan berpindah secara otomatis menuju *router* 2 jika terjadi kegagalan *link* terhadap *router* 1 dan *hops* akan kembali secara otomatis menuju *router* 1 jika *trouble* di dalam jaringan sudah terselesaikan.

3. Redundancy Delay Time

Terlihat pada Tabel 2 merupakan hasil pengujian *delay time* saat terjadinya *redundancy master to backup* dan *backup to master* di dalam jaringan protokol VRRP. Pengujian *delay time* dilakukan sebanyak 5 kali dan didapatkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan *redundancy router master to router backup* adalah 3,75 ms dengan *delay time* tertinggi 5ms dan *delay time* terendah 3ms. Sedangkan waktu rata-rata *delay time* yang dibutuhkan saat terjadinya *redundancy* dari *router backup* kembali ke *router master* sebesar 1,37 ms dengan *delay time* tertinggi 2ms dan *delay time* terendah 1ms. Semakin besarnya *delay time* yang dibutuhkan maka akan semakin besar pula terjadinya *packet loss* di dalam jaringan.

Tabel 2. *Delay Time Failover*

Percobaan Ke	Router 1 to Router 2	Router 2 to Router 1
1	4ms	2ms
2	5ms	2ms
3	4ms	1ms
4	3ms	2ms
5	3ms	1ms
6	3ms	1ms
7	5ms	1ms
8	3ms	1ms

4. Redundancy Packet Loss

Untuk mengetahui seberapa besar protokol VRRP mengalami kegagalan paket saat terjadinya *redundancy* diantara kedua *router* maka diperlukan pengujian terhadap *packet loss*. Terlihat pada Tabel 3 merupakan hasil pengujian *packet loss* saat terjadinya *redundancy* dari *router 1 (master)* menuju *router 2 (backup)* dan pengujian *packet loss* saat terjadinya *redundancy* dari *router 2 (backup)* kembali ke *router 1 (master)*, terlihat pada Tabel 4.

Tabel 3. *Packet Loss Failover Master to Backup*

Percobaan Ke	Packet Send	Packet Receiver	Packet Loss	Time Min	Time Max	Time Average
1	36	33	3	1ms	1ms	1ms
2	64	61	3	1ms	2ms	1ms
3	72	69	3	1ms	1ms	1ms
4	97	94	3	1ms	2ms	1ms
5	112	109	3	0ms	1ms	1ms
6	143	140	3	1ms	1ms	1ms
7	176	173	3	0ms	1ms	1ms
8	214	211	3	1ms	1ms	1ms

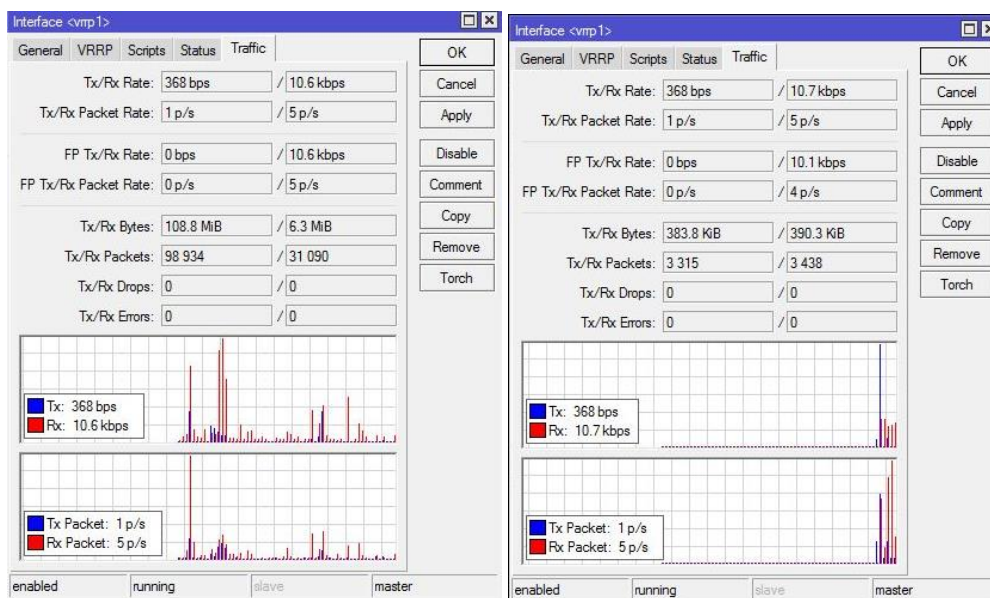
Tabel 4. *Packet Loss Failover Backup to Master*

Percobaan Ke	Packet Send	Packet Receiver	Packet Loss	Time Min	Time Max	Time Average
1	36	36	3	0ms	1ms	0ms
2	64	63	1	1ms	1ms	1ms
3	72	71	1	1ms	1ms	1ms
4	97	95	2	0ms	2ms	1ms

5	112	111	1	1ms	1ms	1ms
6	143	142	1	1ms	1ms	1ms
7	176	175	1	1ms	2ms	1ms
8	214	212	2	0ms	1ms	1ms

Hasil pengujian *redundancy router 1* menuju *router 2* dan *redundancy router 2* kembali ke *router 1* dengan masing-masing pengujian sebanyak 8 (delapan) kali, didapatkan hasil *packet loss* saat terjadinya *redundancy router 1 (master)* menuju ke *router 2 (backup)* dengan rata-rata *packet loss* sebanyak 3 *packet*. Sedangkan, *packet loss router 2 (backup)* menuju kembali *router 1 (master)* dengan *packet loss* tertinggi sebanyak 3 *packet* dan *packet loss* terkecil sebanyak 1 *packet*. Dari hasil pengujian, rata-rata *packet loss* terkecil adalah saat terjadinya *redundancy router backup* menuju *router master*.

5. Traffic failover



Gambar 5. Traffic Failover

Gambar 5. menjelaskan *traffic* di dalam perangkat *router 1* (kiri) dan *router 2* (kanan), ketika jaringan berjalan dengan stabil maka seluruh lalu lintas paket data di dalam jaringan akan melalui *router 1* dan *router 2* akan *standby* sebagai *backup*. Ketika terjadi *redundancy* dari *router 1* menuju *router 2* maka *traffic* lalu lintas paket data akan secara otomatis berpindah menuju ke *router 2* sebagai *router backup*.

6. Redundancy Failover dan Load Sharing

Tabel 5. Failover dan Load Sharing Gateway

Redundancy Gateway	Failover and Load Sharing							
	R1				R2			
	VRRP1	VRID	VRRP2	VRID	VRRP1	VRID	VRRP2	VRID
Stabil	RM	89	B	99	B	89	RM	99

Router 2 Down	RM	89	RM	99	B	89	B	99
Router 1 Down	B	89	B	99	RM	89	RM	99

Tabel 5 merupakan hasil pengujian *redundancy gateway* yang terjadi di dalam jaringan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui *router* mana yang berstatus Router Master (RM) atau *Backup* (B) saat terjadinya *failover* maupun *load sharing*. Pengujian terhadap *failover* dan *load sharing* dilakukan dengan 3 (tiga) cara, yaitu pengujian ketika jaringan berjalan dengan stabil, pengujian ketika *router 2* mengalami *link down* dan ketika *router 1* mengalami *link down*. Pengujian *failover* dan *load sharing* ketika kedua *router* berjalan dengan stabil didapatkan hasil *router 1* dengan VRID 89 berstatus RM dan VRID 99 berstatus B. Serta *Router 2* dengan VRID 99 berstatus RM sedangkan VRID 89 berstatus B, terlihat pada Gambar 6.

```
[FMY@R1] > interface vrrp pr
Flags: X - disabled, I - invalid, R - running, M - master, B - backup
#      NAME      INTERFACE
0  RM vrrp1      ether4
1  B vrrp2      ether4
[FMY@R2] > interface vrrp pr
Flags: X - disabled, I - invalid, R - running, M - master, B - backup
#      NAME      INTERFACE
0  B vrrp1      ether4
1  RM vrrp2      ether4
```

Gambar 6. Uji Konektivitas *Load Sharing Gateway*

Pengujian *failover* dan *load sharing* ketika salah satu *router* mengalami *link down* maka *router* lainnya akan melakukan *redundancy gateway* secara otomatis dan akan mem-backup konektifitas terhadap jaringan, seperti terlihat pada Gambar 7.

```
[FMY@R1] > interface vrrp pr
Flags: X - disabled, I - invalid, R - running, M - master, B - backup
#      NAME      INTERFACE
0  RM vrrp1      ether4
1  RM vrrp2      ether4
[FMY@R2] > interface vrrp pr
Flags: X - disabled, I - invalid, R - running, M - master, B - backup
#      NAME      INTERFACE
0  RM vrrp1      ether4
1  RM vrrp2      ether4
```

Gambar 7. Uji Konektivitas *Failover dan Load Sharing Gateway*

D. Simpulan

Pengimplementasian *redundancy gateway* menggunakan metode *failover* mampu melakukan *backup* jaringan jika terjadi *link failure* terhadap perangkat *router gateway* dan pengimplementasian *load sharing* mampu melakukan pembagian beban di dalam jaringan dengan sama rata. Sedangkan, pengimplementasian kedua metode antara *failover* dan *load sharing* dapat meningkatkan konektivitas di dalam jaringan dengan memastikan konektivitas dapat berjalan dengan stabil dan sama rata. *Failover* digunakan sebagai

redundancy backup gateway dan *load sharing* digunakan untuk membagi beban *gateway* dengan sama rata. Dari hasil penelitian yang dilakukan, dibutuhkan waktu rata-rata untuk melakukan *failover* selama 3,75ms dari *router master* ke *router backup* dan rata-rata *packet loss* yang terjadi sebanyak 3 *packet* serta rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *failover* dari *router backup* kembali ke *router master* selama 1,37ms serta terjadi *packet loss* sebanyak 1,5 *packet*. Dan hasil penelitian *load sharing* mampu membuat 1 (satu) buah perangkat *router* sebagai *router master* di dalam 2 VRID sekaligus.

E. Referensi

- [1] Firmansyah, S. Dew, and R. A. Purnama, "Quality of Service Gateway Load Balancing Protocol Message Digest Algorithm 5 Authentication untuk Peningkatan Kualitas Jaringan," *urnal Tek. Inform. STMIK Antar Bangsa*, vol. 5, no. 1, pp. 45–50, 2019.
- [2] M. Y. Choirullah, M. Anif, and A. Rochadi, "Analisis Kualitas Layanan Virtual Router Redundancy Protocol Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN," *JNTETI*, vol. 5, no. 4, pp. 278–285, 2016.
- [3] Z. U. Rahman, S. Mukhtar, and R. Khan, "Performance Evaluation of First HOP Redundancy Protocols (HSRP , VRRP & GLBP) Performance Evaluation of First HOP Redundancy Protocols (HSRP , VRRP & GLBP)," *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, vol. 7, no. 3, pp. 268–278, 2017.
- [4] U. Anwar, J. Teng, H. A. Umair, and A. Sikander, "Performance Analysis and Functionality Comparison of FHRP Protocols," in *2019 IEEE 11th International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN)*, 2019, pp. 111–115.
- [5] A. J. Mahdi and A. A. Hussain, "Simulation of High Availability Internet Service Provider ' s Network," *IJCCCE*, vol. 13, no. 1, pp. 18–31, 2013.
- [6] R. H. Saputra, A. G. Permana, and M. Iqbal, "Implementasi Dan Analisis Virtual Router Redundancy Protocol Version 3 (Vrrpv3) Ipv6 Dengan Menggunakan Small Form-Factor Pluggable Optic Untuk Layanan Data (Implementation And Analysis Of Virtual Router Redudancy Protocol Version 3 (VRRPv3) IPV6 usi," in *e-Proceeding of Engineering*, 2015, vol. 2, no. 1, pp. 177–184.
- [7] T. Trohar and S. Papić, "Alternative to using VRRP for Mutual Next-Hop Redundancy," *Int. J. Digit. Technol. Econ.*, vol. 2, no. 2, pp. 123–126, 2017.
- [8] S. Keesara and R. Lapuh, "Virtual Router Redundancy Protocol For Scalable Distributed Default Routing Gateway," 2016.
- [9] K. H. Du, X. J. Nie, S. P. Singh, X. L. Xu, And Y. L. Xu, "Distributed Virtual Gateway Appliance," 2019.
- [10] R. Thomas, S. K. Ghosh, and J. Jose, "Source Mac Access Controls In A Virtual Redundant Router Protocol Environment," 2019.
- [11] Firmansyah, M. Wahyudi, and R. A. Purnama, "Protocol (VRRP) Dan CISCO Hot Standby Router Protocol (HSRP)," in *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*, 2018.
- [12] N. Kocharians and P. Paluch, *CCIE Routing and Switching v5.0 Official Cert Guide, Volume 1, 5th Edition*. 2014.
- [13] Q. Geng and X. Huang, "VRRP Load Balance Technology Simulation Practice

- Based on GNS3," in *MATEC Web of Conferences* 228, 2018, vol. 03012, pp. 4–6.
- [14] A. B. Ali, M. Tabassum, and K. Mathew, "A Comparative Study of IGP and EGP Routing Protocols , Performance Evaluation along Load Balancing and Redundancy across Different AS," in *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2016*, 2016, vol. II, pp. 16–18.
- [15] Y. Zhang, "Method And Apparatus For Load Sharing," 2016.
- [16] B. M. Kanekar, S. Rajendran, and J. Davar, "Load Sharing And Redundancy Scheme," 2016.
- [17] MACHDI, A. R. "Analisa Implementasi Vrrp (Virtual Router Redundancy Protocol) Berbasis Mikrotik Pada Jaringan Homegrid", *Jurnal Teknologi/ Jurnal Pakuan Bidang Keteknikan*, 1(1), 2018.
- [18] Michael, Y., Ghozali, T. Protokol Virtual Router Redundancy Sebagai Backup Route Gateway Menggunakan Router Mikrotik. *Jurnal Elektro*, 11(2), 101-110, 2018.