

IMPLEMENTASI *BACKUP ROUTER TROUBLE* DENGAN METODE VIRTUAL ROUTER REDUNDANCY PROTOCOL (VRRP) PADA DISKOMINFO DEPOK

Indra Chaidir¹; Riyandi Al Rino²

¹Sistem Informasi
Universitas BSI
www.bsi.ac.id
indra@bsi.ac.id

²Teknik Informatika
STMIK Nusa Mandiri
www.nusamandiri.ac.id
riyandialrino96@gmail.com

Abstract—*Failure on the network consisting of the failure of the device and the failure of the link. Failure of the device means that the network itself is down which could either be a failure on a switch, hub, or router. Device failures can happen on the switch or router then the network will be down because no one can forward packets. Because of the switch or router is the core of the network and the device that connects between a different segment. In the event of a failure of a network in the caused by network devices namely routers, parts of IT network will fix it manually and require quite a long time. It would certainly reduce the performance on a network computer, if the absence the transition network in a fast and automatic. Therefore, the required implementation of the Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) to improve network performance. With the VRRP can overcome a network failure caused by network devices.*

Keywords : *VRRP, Router, Network.*

Intisari—Kegagalan pada jaringan terdiri dari kegagalan perangkat dan kegagalan link. Kegagalan perangkat berarti bahwa perangkat jaringan itu sendiri sedang down yang bisa berupa kegagalan pada switch, hub, atau router. Kegagalan perangkat bisa terjadi pada switch atau router maka jaringan tersebut akan down karena tidak ada yang bisa meneruskan paket. Karena switch atau router merupakan perangkat inti dari jaringan dan yang menghubungkan antar segment yang berbeda. Pada saat terjadi kegagalan jaringan yang di sebabkan oleh perangkat jaringan yaitu router, bagian IT network akan memperbaikinya secara manual dan memerlukan waktu yang cukup lama. Hal tersebut tentunya mengurangi kinerja pada suatu jaringan komputer, bila tidak adanya peralihan jaringan secara cepat dan otomatis. Oleh karena itu, dibutuhkan Implementasi Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) untuk

meningkatkan kinerja jaringan. Dengan adanya VRRP dapat mengatasi kegagalan suatu jaringan yang disebabkan oleh perangkat jaringan.

Kata Kunci: *VRRP, Router, Jaringan.*

PENDAHULUAN

Jaringan komputer yang berjalan di DISKOMINFO kota Depok harus tetap berjalan dan dapat diandalkan untuk memberikan pelayanan dan komunikasi serta bertukar data dan informasi baik dari kantor cabang maupun kantor cabang lainnya.

Sebuah jaringan komputer besar yang mencakup sebuah kota atau sebuah kampus besar (Varianto & Mohammad Badrul, 2015). Banyak institusi dan instansi yang membutuhkan layanan jaringan untuk keperluan komunikasi dan informasi yang menunjang kinerja mereka.

Dalam memberikan pelayanan tersebut maka dibutuhkan layanan jaringan yang tersedia 24 jam dalam sehari untuk melayani mereka yang membutuhkan, demi kepentingan organisasi. Selain aktif layanan jaringan selama 24 jam *non stop*, juga banyaknya aliran data yang dilakukan dalam mengakses jaringan sudah barang tentu akan terjadi beberapa *trouble* pada jaringan.

Salah satu yang sering terjadi adalah beban pada *router* yang menyebabkan terganggunya stabilitas pada jaringan (Chaidir & Alrino, 2018). Dikarenakan beban yang diterima terlalu berat maka akan mengurangi performa dari *router* itu sendiri (Chaidir & Alrino, 2018). *Router* suatu perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan dua buah jaringan yang memiliki perbedaan pada lapisan OSI I, II, III, misal LAN dengan netware akan dihubungkan dengan jaringan yang menggunakan UNIX (Haryanto, 2012). Kerusakan pada jaringan tersebut juga

dapat berakibatkan pada terhambatnya kinerja karyawan dalam mengakses atau mengirim data (Chaidir & Alrino, 2018). Maka dari itu butuh alternatif pemecahan masalah berupa router backup atau yang lebih dikenal dengan *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)*. *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)* Merupakan *protocol virtual router* yang bertanggung jawab menjalankan fungsi *router backup* saat kondisi *router master* mengalami kegagalan di jaringan LAN (Choirullah, Anif, & Rochadi, 2017).

Protocol VRRP didesain untuk menyediakan proses transisi yang cepat dari router backup ke router master sehingga meminimalkan gangguan pada layanan yang digunakan (Sari, Herlina, Latipa; Sudarsono, Aji; Hayadi, 2013).

BAHAN DAN METODE

A. Rancangan Penelitian

Berikut merupakan rancangan penelitian yang dilakukan demi terciptanya suatu penelitian yang tepat dan akurat antar lain:

1) Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan merupakan proses menemukan, memperbaiki, memodelkan dan menspesifikasikan, Di dalam suatu analisa kebutuhan terdapat konfigurasi dasar yang diperlukan dalam mengimplementasikan VRRP. Antara lain: desain jaringan awal dan usulan, router yang digunakan, jumlah pengguna pada DISKOMINFO Kota Depok.

2) Desain

Merupakan tahapan selanjutnya dari Analisa kebutuhan. Dimana tujuan sistem diimplementasikan berdasarkan analisis dan arsitektur jaringan komputer yang sudah ada di DISKOMINFO Kota Depok, maka diperlukan desain jaringan yang sesuai dengan metode *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)* yang akan diimplementasikan.

3) Testing

Testing adalah melakukan pengujian terhadap *router* yang telah dirancang untuk menilai keberhasilan *router redundancy* tersebut. Suatu *router redundancy protocol* dinilai sukses apabila *router* bekerja dan berjalan berdasarkan sistem kerja yang telah dirancang dan dinilai gagal apabila *router* tidak bekerja sebagaimana mestinya.

4) Implementasi

Pada tahap ini, *switch* dan *router* mikrotik yang telah di konfigurasi akan diimplementasikan kedalam jaringan komputer. Sehingga dapat menghasilkan suatu jaringan komputer dengan *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)*.

B. Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan pengumpulan data, penulis menggunakan beberapa metode, antara lain:

1) Observasi

Observasi atau pengamatan merupakan salah satu teknik pengumpulan data atau fakta. Observasi merupakan pengamatan dan penelitian secara langsung terhadap objek yang diselidiki dilapangan mencatat secara sistematis tentang alat-alat yang digunakan dalam konfigurasi jaringan internet dalam praktek langsung.

2) Wawancara

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung dan sistematis dengan pertanyaan yang sistematis yang berkaitan dengan masalah yang sedang diamati, serta mendengarkan keterangan yang diberikan oleh narasumber (Staff IT) untuk memperoleh data informasi yang akurat.

3) Studi Pustaka.

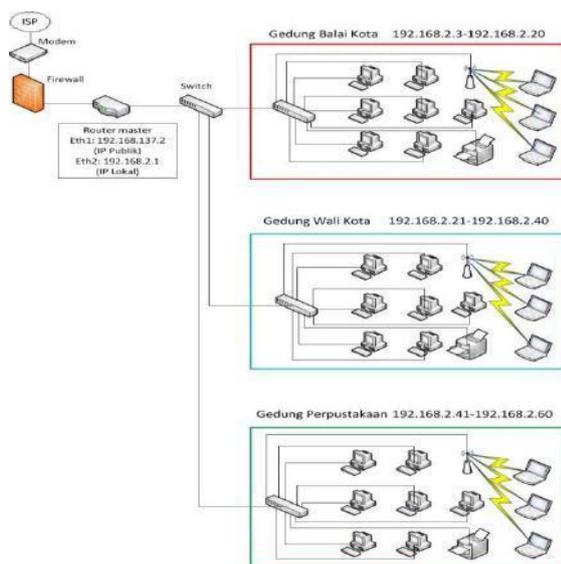
Penulis melakukan tanya jawab secara langsung dan sistematis dengan pertanyaan yang sistematis yang berkaitan dengan masalah yang sedang diamati, serta mendengarkan keterangan yang diberikan oleh narasumber (Staff IT) untuk memperoleh data informasi yang akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Topologi Jaringan

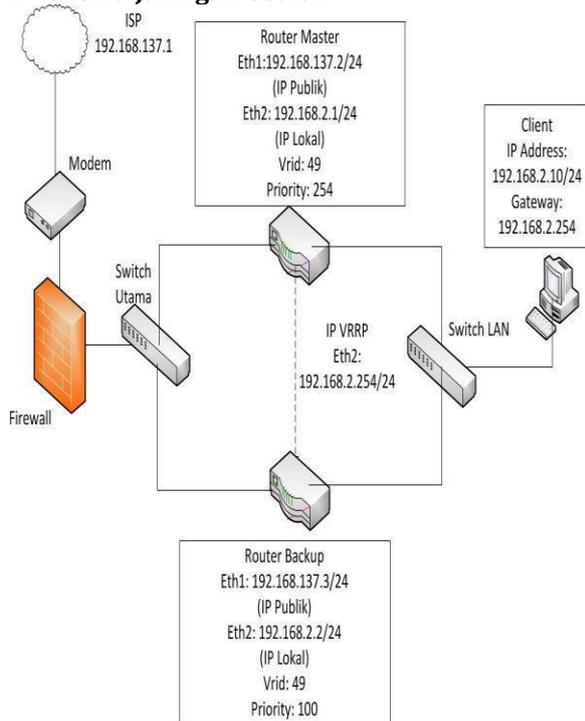
Untuk mendesign ulang jaringan perlu diketahui terlebih dahulu topologi jaringan yang sedang berjalan yaitu cara menghubungkan komputer yang satu dengan komputer lainnya sehingga membentuk jaringan (Halawa, 2016).

Dalam rancangan jaringan usulan yang penulis rancang untuk DISKOMINFO kota Depok tetap menggunakan topologi jaringan yang masih berjalan di DISKOMINFO kota Depok yaitu menggunakan Topologi Star, dimana topologi ini yang menghubungkan beberapa komputer dengan menggunakan perangkat yaitu *Hub* atau *Switch* (Muallifah & Yulianto, 2013), hingga memberntuk jaringan komputer yang merupakan gabungan antara teknologi komputer dan teknologi komunikasi (Lukman, 2016).



Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)
Gambar 1. Topologi Jaringan Berjalan

B. Skema Jaringan Usulan



Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)
Gambar 2. Topologi Jaringan Usulan VRRP

Gambar Topologi Jaringan VRRP diatas yang diusulkan pada DISKOMINFO kota Depok tetap dengan menggunakan ISP dari Telkom 20mbps, menggunakan dua buah mikrotik *routerboard* agar dapat diterapkannya *gateway redundancy* untuk meningkatkan kinerja jaringan dan tetap menggunakan *switchCisco 2960X* untuk masing-masing gedung.

Pengujian rancangan skema usulan jaringan tersebut berhasil menggunakan simulasi aplikasi Cisco Packet Tracer, simulasi tersebut merupakan sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu (Pamungkas, 2016).

C. Rancangan Aplikasi

Dalam merancang penelitian penulis menggunakan IP Publik (*ether1*) yang digunakan untuk menghubungkan ke ISP sedangkan IP lokal (*ether2*) digunakan untuk menghubungkan ke *client*. IP Publik dan IP Lokal sama-sama IP Address untuk pengalamatan pada jaringan komputer dengan memberikan sederet angka pada komputer (*host*), router atau peralatan jaringan lainnya (Wardoyo, Ryadi, & Fahrizal, 2014). IP address terdiri dari dua bagian, yaitu Network ID dan Host ID (Guterres, Triyono, & Kumalasari, 2014).

Berikut gambar IP *address router* yang peneliti gunakan:

Tabel 1. IP Address Router dan Router Backup

Router	Ether1	Ether2	VRRP
Router Master	192.168.137.2 /24	192.168.2.1 /24	192.168.2.254 /24
Router Backup	192.168.137.3 /24	192.168.2.2 /24	192.168.2.254 /24

Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Virtual ID adalah identitas dari virtual router yang dikonfigurasi dengan range antara 1-255 (Saputra, Permana, & Iqbal, 2015). Nilai VRID yang digunakan harus sama dengan router utama, agar router backup mendapatkan ID dan hak akses yang sama.

Priority adalah nilai prioritas yang digunakan pada masing-masing router master dan router backup dengan nilai range 1-255 (Sari, Herlina, Latipa; Sudarsono, Aji; Hayadi, 2013). Sedangkan Nilai priority digunakan untuk menentukan router mana yang digunakan sebagai router master. Untuk itu router utama harus memiliki nilai priority lebih tinggi dari pada nilai priority pada router backup. Berikut tabel nilai Vrid dan nilai Priority:

Tabel 2. Nilai VR ID dan Priority pada Router

Interface	VR ID	Priority	Keterangan
VRRP	49	254	Router Master
VRRP	49	100	Router Backup

Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Dalam mengimplementasikan Virtual Router Redundancy (VRRP) untuk peningkatan kinerja jaringan dengan menggunakan *gateway redundancy*, menggunakan *hardware* yang berupa dua buah mikrotik routerboard, dua buah switch, dan dua buah laptop. *Software* yang digunakan untuk mengkonfigurasi mikrotik routerboard adalah winbox. Berikut adalah rancangan aplikasi untuk membuat VRRP dengan menggunakan *gateway redundancy* pada mikrotik routerboard.

Konfigurasi router utama dengan memasukkan konfigurasi seperti berikut:

```

MMM  MMM  KKK  TTTTTTTTTT  KKK
MMM  MMM  KKK  TTTTTTTTTT  KKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  OOOOOO  TTT  III  KKK  KKK
MMM  MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR  OOO  OOO  TTT  III  KKKKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  OOO  OOO  TTT  III  KKK  KKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR  OOOOOO  TTT  III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 6.34.2 (c) 1999-2015      http://www.mikrotik.com/

[?]          Gives the list of available commands
command [?]  Gives help on the command and list of arguments

[Tab]       Completes the command/word. If the input is ambiguous,
            a second [Tab] gives possible options

/           Move up to base level
..         Move up one level
/command    Use command at the base level
[admin@MikroTik] > interface vrrp add interface=ether2 vrid=49 priority=254
[admin@MikroTik] > ip address add address=192.168.2.254/24 interface=vrrp1
[admin@MikroTik] >

```

Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Gambar 3. Konfigurasi VRRP Router Utama

Proses konfigurasi yang diberikan terhadap router master dengan menggunakan VRID=49 dengan priority 254 dan menggunakan alamat IP address 192.168.2.254/24.

Interface VRRP yang terhubung dengan jaringan LAN adalah interface ether2. IP address yang digunakan pada interface VRRP nantinya akan digunakan sebagai alamat gateway terhadap jaringan lokal. Yang artinya semua client yang terhubung kedalam jaringan DISKOMINFO nantinya akan menggunakan alamat gateway 192.168.2.254 atau alamat VRRP.

Setelah selesai melakukan konfigurasi pada *router* utama, selanjutnya melakukan konfigurasi yang sama terhadap *router backup*. Konfigurasi yang diterapkan meliputi konfigurasi terhadap *ether1* yang digunakan untuk mengakses ke internet, dan konfigurasi terhadap *ether2* yang digunakan untuk jaringan lokal menggunakan VRRP.

Berikut tahapan konfigurasi VRRP pada *router backup*:

```

MMM  MMM  KKK  TTTTTTTTTT  KKK
MMM  MMM  KKK  TTTTTTTTTT  KKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  OOOOOO  TTT  III  KKK  KKK
MMM  MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR  OOO  OOO  TTT  III  KKKKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  OOO  OOO  TTT  III  KKK  KKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR  OOOOOO  TTT  III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 6.34.2 (c) 1999-2015      http://www.mikrotik.com/

[?]          Gives the list of available commands
command [?]  Gives help on the command and list of arguments

[Tab]       Completes the command/word. If the input is ambiguous,
            a second [Tab] gives possible options

/           Move up to base level
..         Move up one level
/command    Use command at the base level
[admin@MikroTik] > interface vrrp add interface=ether2 vrid=49 priority=100
[admin@MikroTik] > ip address add address=192.168.2.254/24 interface=vrrp1
[admin@MikroTik] >

```

Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Gambar 4. Konfigurasi VRRP Router Backup

Gambar diatas menjelaskan proses konfigurasi yang diberikan terhadap *router backup* dengan menggunakan VRID=49 dengan *priority* 100 dan menggunakan alamat IP Address 192.168.2.254/24.

D. Pengujian Jaringan Awal

Pada pengujian jaringan awal ini, belum diterapkannya VRRP dengan menggunakan *gateway redundancy*.

Berikut uji coba konektifitas berdasarkan jaringan berjalan:

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\USER>ping google.com

Pinging google.com [74.125.24.100] with 32 bytes of data:
Reply from 74.125.24.100: bytes=32 time=43ms TTL=41
Reply from 74.125.24.100: bytes=32 time=44ms TTL=41
Reply from 74.125.24.100: bytes=32 time=1306ms TTL=41
Reply from 74.125.24.100: bytes=32 time=377ms TTL=41

Ping statistics for 74.125.24.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 43ms, Maximum = 1306ms, Average = 442ms

C:\Users\USER>
C:\Users\USER>

```

Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Gambar 5. Pengujian Jaringan tanpa VRRP

Pada saat jaringan berjalan normal dan tidak terjadi masalah pada *router* utama maka jaringan akan berjalan normal dan lancar, terlihat pada Gambar 5.

E. Pengujian Jaringan Akhir

Pengujian jaringan akhir adalah pengujian jaringan berdasarkan skema jaringan usulan yang dirancang untuk DISKOMINFO kota Depok, pada pengujian jaringan akhir ini sudah diterapkan

gateway redundancy dengan menggunakan protokol VRRP.

1. Pengujian Jaringan saat VRRP Stabil

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Riyandi>ping 8.8.8.8 -t

Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=63ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=450ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=56ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=41ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=38ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=38ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=39ms TTL=115

Ping statistics for 8.8.8.8:
    Packets: Sent = 7, Received = 7, Lost = 0 (0% loss)
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 38ms, Maximum = 450ms, Average = 103ms
Control-C
^C
C:\Users\Riyandi>
```

Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Gambar 6. Koneksi Jaringan VRRP

Pada gambar diatas menjelaskan jaringan masih stabil karena tidak adanya *trouble* yang mengganggu konektifitas.

2. Pengujian Jaringan VRRP saat Router Master Bermasalah

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Riyandi>ping 8.8.8.8 -t

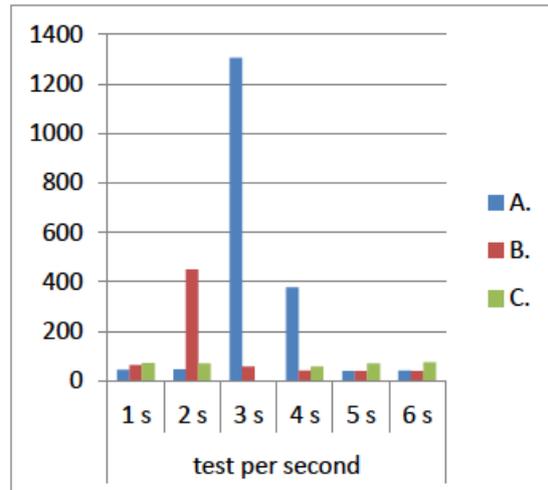
Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=79ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=299ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=63ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=58ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=70ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=69ms TTL=116
Request timed out.
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=56ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=69ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=74ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=66ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=62ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=50ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=49ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=46ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=44ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=758ms TTL=116
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=99ms TTL=116

Ping statistics for 8.8.8.8:
    Packets: Sent = 18, Received = 17, Lost = 1 (5% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 44ms, Maximum = 758ms, Average = 118ms
Control-C
^C
C:\Users\Riyandi>
```

Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Gambar 7. Koneksi Jaringan Router Master Bermasalah

Berdasarkan gambar 7 diatas ketika router master masalah terjadinya *request time out* dikarenakan adanya waktu transisi perpindahan dari router master ke router backup secara otomatis.



Sumber: (Chaidir & Alrino, 2018)

Gambar 8. Diagram Nilai Uji Coba Koneksi VRRP

Gambar diatas menjelaskan :

- A. Pada saat jaringan belum di terapkannya VRRP.
- B. Pada saat jaringan sudah di terapkannya VRRP.
- C. Pada saat router master bermasalah.

Dari gambar 8 tersebut dapat disimpulkan bahwa kegagalan pada konektifitas jaringan tidak terlalu signifikan tergantung dari jaringan ISP yang digunakan. Saat router master bermasalah waktu untuk router backup menggantikan fungsi router utama secara otomatis hanya per sekian detik, jadi tidak menghambatnya jaringan yang ada di DISKOMINFO kota Depok

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan, *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)* dapat digunakan untuk mengatasi kegagalan perangkat yang terjadi pada salah satu jaringan dan dapat meningkatkan kinerja jaringan. Dengan menerapkan protokol VRRP 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 saat router utama mengalami kegagalan, maka secara otomatis router backup akan mengambil alih peran dari router utama. Tetapi pada saat router utama dapat berfungsi kembali, maka router utamalah yang mengambil alih peran dari router backup tersebut.

REFERENSI

- Chaidir, I., & Alrino, R. (2018). *Laporan Akhir Penelitian Mandiri*. Jakarta. <http://libraryeproceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/1597>
- Choirullah, M. Y., Anif, M., & Rochadi, A. (2017). Analisis Kualitas Layanan Virtual Router Redundancy Protocol Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 5(4), 278–285. Retrieved from <http://ejnteti.jteti.ugm.ac.id/index.php/JNTE/TI/article/view/275/204>
- Guterres, E. J., Triyono, J., & Kumalasari, E. (2014). Perancangan dan Pengembangan Jaringan VLAN pada Dili Institute of Teknologi (DIT) Timor Leste Menggunakan Packet Tracer. *Jurnal Jarkom*. Retrieved from <http://journal.akprind.ac.id/index.php/jarkom/article/view/126>
- Halawa, S. (2016). Perancangan Aplikasi Pembelajaran Topologi Jaringan Komputer Untuk Sekolah Menengah Kejuruan (Smk) Teknik Komputer Dan. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 66–71. Retrieved from <https://ejournal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom/article/view/53/32>
- Lukman, N. (2016). Studi Implementasi Aplikasi Manajemen Ruang Kelas "Netop School" Berbasiskan Local Area Network (Lan). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, XI(1), 1–14. Jurnal tidak didaringkan.
- Muallifah, C., & Yulianto, L. (2013). Pembuatan Jaringan Local Area Network Pada Laboratorium MA Pembangunan Kikil Arjosari. *Indonesian Journal on Networking and Security*. Retrieved from <http://ijns.org/journal/index.php/ijns/article/view/7/7>
- Pamungkas, C. A. (2016). Manajemen Bandwith Menggunakan Mikrotik Routerboard. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, 1(3), 17–22. Retrieved from <http://www.poltekindonusa.ac.id/jurnal/jurnal-informa/>
- Saputra, R. H., Permana, A. G., & Iqbal, M. (2015). Implementasi Dan Analisis Virtual Router Redundancy Protocol Version 3 (Vrrpv3) Ipv6 Dengan Menggunakan Small Form-Factor Pluggable Optic Untuk Layanan Data. *EProceedings of Engineering*, 2(1), 177–184. Retrieved from <http://libraryeproceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/1597>
- Sari, Herlina, Latipa; Sudarsono, Aji; Hayadi, B. H. (2013). Pengembangan Jaringan Local Area Network Menggunakan Sistem Operasi Linux Redhat 9. *Jurnal Media Infotama*, 9(1), 165–189. Retrieved from <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/31>
- Varianto, E., & Mohammad Badrul. (2015). Implementasi Virtual Private Network Dan Proxy Server Menggunakan Clear Os Pada Pt.Valdo International. *Jurnal Teknik Komputer Amik Bsi*, 1(1), 55–56. Retrieved from <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jtk/article/view/236/202>
- Wardoyo, S., Ryadi, T., & Fahrizal, R. (2014). Analisis Performa File Transport Protocol Pada Perbandingan Metode IPv4 Murni, IPv6 Murni dan Tunneling 6to4 Berbasis Router Mikrotik. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, (2), 106–117. Retrieved from <http://jnte.ft.unand.ac.id/index.php/jnte/article/view/74/7>

