

PENERAPAN METODE *VIRTUAL ROUTER REDUNDANCY PROTOCOL* (VRRP) PADA JARINGAN *CLIENT OFFICE* PT. GOS INDORAYA

¹Ikhlas Imanuddin, ²Sidik, ³Rame Santoso

^{1,2}Program studi Teknik Informatika, STMIK Nusa Mandiri

³Program studi Sistem Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika

¹iyaz151@gmail.com, ²sidik.sdk@nusamandiri.ac.id, ³rame.rms@bsi.ac.id

Abstract - This day, computer network is one of the things that will can not be separated from people or corporations, knowing that it given a big influence in technology, like the needs for information data or communication. Client Office at PT GOS Indoraya has the access for internet network service using Cergis provider that connected through the central office of Client Office, PT GOS Indoraya, but together as the time goes by where technoloy keeps growing up, writer found several factors that potentially makes trouble to Client Office at PT GOS Indoraya in the future. One of them is there is less of maintenance on hardware and are not supported with the appropriate specification. The main purpose of this research is to applicate a method called Virtual Router Redudancy Protocol (VRRP) so the traffic of the internet connection at Client Office at PT GOS Indoraya can be running out clearly. VRRP is an interface from router that enable us to make several routers as the gateway from the local network in one segment.

Keyword: Computer Network, VRRP, Mikrotik

Abstrak - Dewasa ini, Jaringan komputer merupakan salah satu hal yang tidak akan lepas dari kalangan masyarakat maupun perusahaan yang sangat berperan sekali dalam berbagai bidang teknologi, diantaranya kebutuhan akan informasi data maupun komunikasi. Client Office PT.GOS INDORAYA mempunyai layanan akses jaringan internet menggunakan provider Cergis yang terhubung melalui kantor pusat yaitu PT.GOS INDORAYA itu sendiri, akan tetapi sejalan dengan perkembangan zaman yang semakin canggih penulis menemukan beberapa yang menjadi factor yang berpotensi kendala pada Client Office PT.GOS INDORAYA salah satu dari factor tersebut adalah kurangnya pemeliharaan dalam segi hardware dengan tidak didukung dengan spesifikasi yang sesuai. Tujuan pada penelitian ini untuk menerapkan sebuah metode Virtual Router Redudancy Protocol (VRRP) agar lalulintas akses internet pada Client Office PT.GOS INDORAYA dapat berjalan dengan lancar. VRRP adalah sebuah interface (virtual) dari RouterOS MikroTik yang memungkinkan kita untuk membuat beberapa router sebagai gateway dari jaringan lokal yang satu segment.

Kata kunci: Jaringan komputer, VRRP, Mikrotik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan informasi dan transfer data yang cepat dan juga didukung oleh kemampuan komputer yang semakin canggih pada perkembangan zaman terutama pada era komputerisasi dimana pemanfaatan waktu seefisien dan sebaik mungkin menjadi utama dalam mempermudah penyelesaian kerja, dan pesatnya perkembangan teknologi terutama jaringan internet saat ini membuat semakin mudahnya individu, kalangan masyarakat dan perusahaan untuk mempercepat pengolahan data, penyimpanan data, pengembangan bisnis bahkan transaksi dalam bentuk online. Untuk memaksimalkan pengoperasian jaringan, diperlukan adanya manajemen jaringan yang baik, sehingga kesalahan yang sekecil mungkin dapat dihindari atau diminimalisir.

Namun sejalan dengan perkembangan tersebut, masih banyak ditemukan berbagai masalah jaringan, khususnya pada Client Office

PT GOS INDORAYA, salah satunya masalah yang sering terjadi yaitu kegagalan dalam mengakses jaringan internet dan web mail akibat dari permasalahan hardware ataupun software. Maka dari itu diperlukanya backup jaringan sebagai antisipasi permasalahan tersebut dengan tujuan agar jaringan yang ada pada Client Office PT GOS INDORAYA bisa berjalan dengan baik.

Menurut Choirullah dkk (2016:279) "Dengan virtualisasi, dapat diperoleh utilitas yang lebih besar dari komponen fisik yang tersedia, VRRP merupakan protocol virtual router yang bertanggung jawab menjalankan fungsi router back up saat kondisi router master mengalami kegagalan di jaringan".

Pentingnya router gateway dalam sebuah jaringan memungkinkan dalam me-manage ip yang berbeda bisa saling terhubung, apabila terjadi kegagalan jaringan pada router tersebut, maka jaringan yang terhubung ke pc client juga mengalami dampaknya. Untuk mengatasi kegagalan perangkat router dalam sebuah

jaringan, perlu adanya *router* tambahan guna secara langsung mem-*backup* sekaligus mengambil alih tugas dari *router master*.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis permasalahan yang ada pada *Client Office* PT GOS INDORAYA
2. Untuk mempertahankan pelayanan akan kebutuhan data, informasi, komunikasi, dan transaksi data melalui internet.
3. Menjamin koneksi internet yang tidak akan putus yang dikarenakan kerusakan salah satu dari perangkat keras (*router*) tersebut.
4. Memudahkan dalam *maintenance* jika ada kerusakan terjadi pada *router*.

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat pada Program Strata 1 (S1) untuk Program Studi Teknik Informatika di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Nusa Mandiri Jakarta.

1.3. Metode Penelitian

1.3.1. Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian merupakan suatu cara bagaimana seorang dapat memahami suatu pembahasan, permasalahan dan pemecahan masalah didalam sebuah instalasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) tersebut. Maka metode penelitian yang digunakan:

1. Metode Observasi
Metode Observasi ini bertujuan mengumpulkan data dilakukan langsung dari pengamatan dan pencatatan dilapangan tentang alat-alat yang digunakan dalam konfigurasi jaringan internet pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA.
2. Metode Wawancara
Proses tanya-jawab dalam penelitian yang dilakukan secara verbal ataupun non-verbal, bertatap muka mendengarkan secara langsung informasi apa saja yang bersangkutan dengan bapak Fajar Nugraha Saad selaku kepala IT Jaringan *Infrastructure* pada PT. GOS INDORAYA.
3. Metode Studi Pustaka
Metode Studi Kepustakaan ini bertujuan pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan data dari buku-buku, jurnal, artikel internet yang terkait dengan pelaksanaan riset guna untuk membantu memecahkan masalah yang dihadapi.

1.3.2. Analisa Penelitian

Analisa dan perencanaan yang diterapkan pada penulisan skripsi ini yaitu:

1. Analisa Kebutuhan
 - a. Observasi langsung pada perusahaan *Client Office* PT.GOS INDORAYA dalam bentuk PKL (Praktek Kerja Lapangan)
 - b. Mengamati dan memahami semua kondisi struktur jaringan pada seluruh gedung khususnya pada lantai 3 *Client Office* PT. GOS.
 - c. Mengalisis dan memberikan pemecahan masalah pada hasil observasi yang telah dilakukan
2. Desain Perancangan Skema
Perancangan yang akan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :
 - a. Pembuatan rancangan dan pemetaan jaringan untuk diterapkan metode *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA.
 - b. Konfigurasi penerapan metode *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) pada *RouterBoard* yang sudah ada.
 - c. Alat yang di pergunakan untuk merancang dan menkonfigurasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) yaitu dengan minimal 2 buah *routerboard*, *switch*, dan *winbox*.
3. Test
Melakukan pengujian langsung menggunakan PC *client* untuk mengakses internet dengan menambahkan *router backup* yang sudah di setting sebelumnya.
4. Implementasi
Penerapan konfigurasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) pada *Routerboard* di *Client Office* PT. GOS INDORAYA.

1.4 Ruang Lingkup

Dalam penulisan skripsi ini, penulis memberikan batasan-batasan masalah yang akan dibahas. Pembahasan masalah tersebut bertujuan agar penulis tidak menyimpang dari pembahasan yang disampaikan. Penulisan mem-fokuskan pada konfigurasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) yang dimana instalasi ataupun konfigurasi menggunakan *winbox* dan *hardware router mikrotik* di jaringan yang sudah berjalan sebelumnya.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Jurnal

Menurut Rajamohan (2014:555) "Router yang dikonfigurasi dalam VR sebagai *Backup to the Owner* dikonfigurasi untuk VR yang sama.

Harus ada minimal satu backup dalam VR untuk mendukung operasi VRRP jika *router master* gagal”

Sedangkan menurut Bhagat (2011:68) menjelaskan bahwa :

Virtual Router Redundancy Protocol adalah protokol standart terbuka, yang berarti digunakan oleh beberapa *vendor*. Dalam lingkungan semua cisco, HSRP yang paling umum digunakan. Adapun banyak router dari beberapa *vendor* HSRP yang tidak dapat digunakan. router cisco juga mendukung VRRP, yang berarti jika Anda ingin menggunakan redudansi protokol *gateway* tunggal di seluruh jaringan Anda, VRRP adalah jawaban atas persyaratan.

3. ANALISA JARINGAN BERJALAN

3.1. Skema Jaringan Berjalan

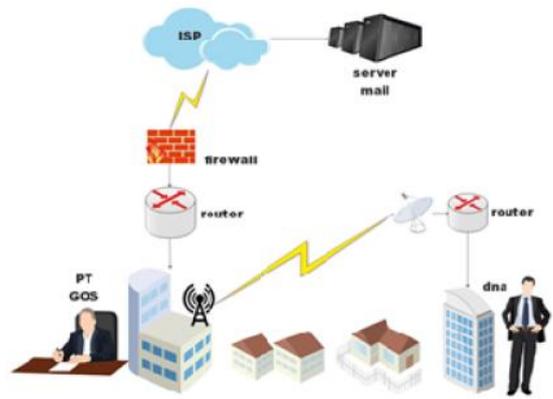
3.1.1. Topologi Jaringan

Pada penulisan skripsi ini, penulis telah menganalisa topologi yang digunakan pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA (DNA gedung B lantai 3) yaitu topologi *tree*. Topologi *tree* adalah topologi yang terbentuk dari gabungan antara beberapa switch yang terhubung berbentuk seperti tangkai pohon, adapun kelebihan dan kekurangan pada topologi *tree* yaitu:

1. Kelebihan
 - a. memudahkan mendeteksi kerusakan ataupun kesalahan jaringan.
 - b. Mudah membangun jaringan yang luas.
 - c. Mengatasi keterbatasan dari topologi *star* yang memiliki keterbatasan pada titik koneksi hub ataupun switch
 - d. Manajemen data yang baik
2. Kekurangan
 - a. Hub ataupun switch menjadi peran penting.
 - b. Mengeluarkan biaya yang cukup banyak karena menggunakan banyak kabel.
 - c. Jika komputer yang ada ditingkat tinggi mengalami masalah, maka komputer yang berada dibawah juga akan mengalami masalah

3.1.2. Topologi Jaringan

Menurut penulis arsitektur jaringan yang ada pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA, sebuah *design* jaringan yang menghubungkan dua buah gedung dalam satu jaringan dengan tujuan penghematan biaya akan akses internet dan juga menjaga agar data tetap aman



1. PT. GOS INDORAYA adalah sebagai *Head Office* yang mempunyai anak perusahaan bernama PT. Dinamika Nuansa Absolute (DNA).
2. DNA mempunyai beberapa client, salah satunya adalah BNI Life (*Client Office* PT. GOS INDORAYA).
3. Pembagian IP yang digunakan pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA (DNA) adalah static kelas C, sehingga PC, laptop (*Work Place*) ataupun *gadget* tidak bisa secara sembarangan terkoneksi pada jaringan dikantor tersebut.
4. DNA mengakses satu buah mail server yang sudah di *setting* pada PT. GOS INDORAYA dan di manage oleh vendor melalui radio mikrotik, berfungsi untuk komunikasi berupa pesan elektronik ke seluruh kantor cabang di indonesia.
5. PT. GOS INDORAYA mempunyai ISP (*Internet Service Provider*) sebagai koneksi internet kantor pusat maupun anak perusahaan (DNA).
6. *Firewall* pada PT. GOS INDORAYA berfungsi memfilter jaringan komputer yang terkoneksi ke internet sebagai keamanan untuk mencegah virus masuk ke jaringan local yang diteruskan ke DNA.
7. Router yang di DNA sebagai pengatur bandwidth, *manage* sekaligus penyedia ip *address* pada jaringan yang ada pada *client office* PT. GOS INDORAYA.
8. DNA mengakses server aplikasi PT. GOS INDORAYA yang digunakan sebagai alat psikotest bagi para kandidat yang melamar ke kantor tersebut.
9. DNA mengakses server database PT. GOS INDORAYA sebagai pengolahan data karyawan outsourcing maupun internal seperti, kontrak kerja, gaji dan lain sebagainya.
10. DNA mengakses file server PT. GOS INDORAYA sebagai penyimpanan data

sementara yang di akses dan diolah para karyawan secara bersama menggunakan *user* dan *password* masing-masing.

11. Switch yang ada di DNA berperan penting untuk menghubungkan beberapa jaringan serta menjadi pusat lalulintas informasi dan data.
12. DNA memunyai Wi-fi yang di gunakan untuk menghubungkan internet kepada direksi, atasan yang berperan penting sampai dengan *client* sedang berkunjung pada kantor tersebut.
13. Terakhir, radio mikrotik yang sudah diinstallasi oleh vendor, fungsi radio mikrotik tersebut untuk meneruskan gelombang signal dari router satu (DNA) ke router yang lain (PT.GOS INDORAYA) sebagai bentuk komunikasi antar gedung dalam satu jaringan.

3.1.3. Keamanan Jaringan

Keamanan jaringan pada *Client Office* PT.GOS INDORAYA beserta induk perusahaan menggunakan antivirus kaspersky dan smadav untuk mencegah masuknya virus-virus, sebagaimana untuk meningkatkan keamanan jaringan *Client Office* PT. GOS INDORAYA juga menggunakan perangkat *firewall* dengan merk (WatchGuard xtm series) yang terhubung langsung pada gedung *head office*.

3.1.4. Spesifikasi

SOFTWARE	SPESIFIKASI
Server	Centos 6.3
PC	Ubuntu 16.04 LTS
Softphone	X-lite, Zoiper

3.1.5. Permasalahan Sistem Jaringan

Dari riset dan pengamatan yang penulis lakukan pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA terdapat permasalahan yang terjadi, diantaranya :

1. Terjadi *down*-nya internet karena kendala dari *hardware* (Routerboard)
2. Kurangnya penerapan otomatisasi dalam hal mem-backup *hardware*, menurut penulis hal tersebut yang menjadi permasalahan jaringan, terutama dalam dunia perbankan yang mencakup kebutuhan akses jaringan yang stabil.
3. Penempatan jalur kabel yang kurang rapih yang dapat memicu timbulnya gangguan pada jaringan.

3.1.6. Alternatif Pemecahan Masalah

Dengan berbagai masalah yang ada pada *Client Office* PT.GOS INDORAYA, maka penulis memberikan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu :

1. Menambahkan router sebagai *backup hardware/device* sehingga kebutuhan akses internet tetap terjaga.
2. Menambahkan konfigurasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) pada router dengan tujuan apabila terjadi kegagalan pada *device* router sedang *restart*, hang ataupun rusak, maka router *backup* tersebutlah yang akan menggantikan posisi router utama sebagai jalur internet.
3. Perlunya penempatan kabel yang tepat dan juga penandaan kabel untuk menghindari kesalahan *port* pada jalur kabel.

IV. RANCANGAN JARINGAN USULAN

4.1. Jaringan Usulan

Karena pentingnya sebuah akses internet bagi para karyawan dan manajemen, pada jaringan usulan skripsi ini, penulis mengusulkan sebuah metode yaitu dengan meng-konfigurasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) pada Routerboard di jaringan *Client Office* PT. GOS INDORAYA. Kegunaan dari VRRP tersebut adalah untuk memindahkan jalur lalulintas internet secara otomatis ke router *backup* ketika router *master* mengalami masalah atau kegagalan dalam jaringan. Di sisi lain ada beberapa faktor pendukung mengapa penulis menerapkan metode VRRP sebagai solusi pada jaringan usulan :

HARDWARE	SPESIFIKASI
Server	DELL Intel Xeon v4
Firewall	WatchGuard xtm series
Router HO	RouterBoard 1200
Router	RouterBoard 750
Switch	Officeconnect 1420
Wi-fi	LINKSYS N300 POE
PC	DELL OPTIPLEX 745
Cable type	UTP Cat 6, RJ45

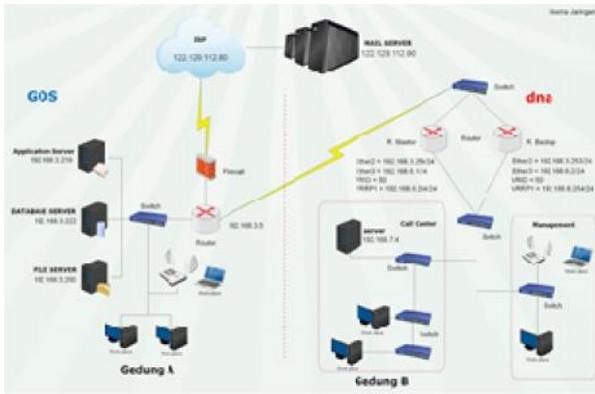
1. Pada jaringan *Client Office* PT. GOS INDORAYA menggunakan IP static yang memudahkan dalam konfigurasi VRRP.
2. Jumlah personal komputer (PC) yang ada pada *Client Office* PT.GOS INDORAYA cukup sedikit (anak perusahaan).
3. Sebagai penghubung jaringan dari *Client Office* PT. GOS INDORAYA ke kantor pusat hanya ada satu jalur (penggunaan radio mikrotik yang sudah disetting oleh vendor).

4.2. Topologi Jaringan

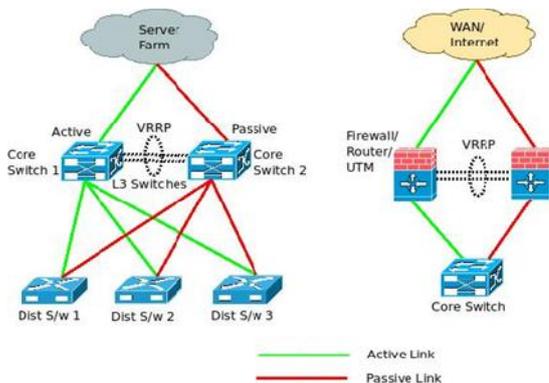
Menurut penulis topologi jaringan yang digunakan pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA sudah cukup baik, karena kinerja sistem jaringan tidak bergantung pada satu switch saja, selain itu topologi *tree* juga memperkecil ruang lingkup kendala yang terjadi pada jaringan.

4.3. Skema Jaringan Usulan

Skema jaringan usulan yang penulis usulkan seperti dibawah, menjelaskan bahwa adanya penambahan *hardware* berupa satu buah switch, satu buah routerboard 750 dan juga penambahan konfigurasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) pada ke dua routerboard 750 tersebut Sebagai *backup* dari router *master* untuk menjaga laulintas akses internet dan server.



4.4. Rancangan Aplikasi



Menurut penulis pada perancangan aplikasi jaringan *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP), dibutuhkan minimal 2 buah routerboard dengan tipe yang sama agar konfigurasi VRRP bisa diterapkan dan 1 buah switch sebagai *port* penghubung ke dua router tersebut dengan media berupa kabel UTP.

4.5. Manajemen Jaringan

Cara meningkatkan ketersediaan pada jaringan utama, perlunya cadangan untuk komponen penting, hal tersebut memerlukan seperti switch dan router yang ber-tipe sama untuk menjaga agar akses internet tidak terjadi *down*, Di sisi lain perlunya pemantauan dalam jaringan, memastikan semua perangkat jaringan dalam keadaan *up*. Akan tetapi ada beberapa faktor perusahaan atau kantor tidak menerapkan metode *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) tersebut :

1. Mayoritas perusahaan dalam skala menengah kebawah mempunyai cadangan RouterBoard hanya sebagai backup secara manual.
2. Kendala dalam hal budget, karena dibutuhkan biaya dua kali lipat dalam kebutuhan konfigurasi VRRP.

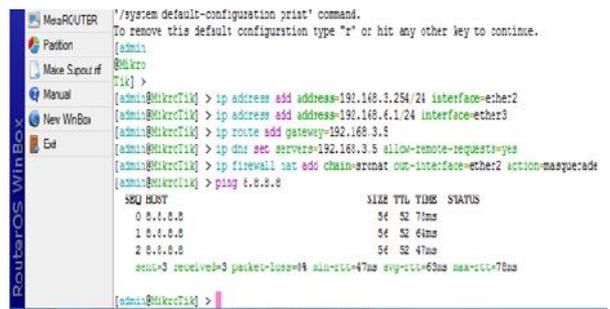
Manajemen *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) yang penulis buat adalah sebuah layanan yang menyediakan cadangan IP *gateway* dalam sebuah rancangan jaringan yang terletak pada pusat terminal IP atau ujung jaringan, hal ini akan sangat berimpek baik bagi kelancaran jaringan.

4.7. Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan ini, penulis akan memaparkan tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk membuat sebuah penerapan metode *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) pada jaringan yang sudah berjalan. Dengan menggunakan *software* Winbox sebagai alat konfigurasi dari penentuan ip *gateway* sampai dengan tahap akhir yaitu VRRP.

1. Pengujian Awal Jaringan

Pada tahap pengujian awal ini, penulis membuat ip *gateway* terlebih dahulu dengan menggunakan Winbox pada router *master* dan router *backup* sebagai penghubung gateway dari *Head Office*, setelah itu tes koneksi dengan ping 8.8.8.8 (Domain Name System Google):



Keterangan :

1. IP Router *Master* :
 - a. Port/ether2 : 192.168.3.254/24
 - b. Port/ether3 : 192.168.6.1/24
 - c. gateway : 192.168.3.5
2. IP Router *Backup* :
 - a. Port/ether1 : 192.168.3.253/24
 - b. Port/ether2 : 192.168.6.2/24
 - c. gateway : 192.168.3.5

Tahap selanjutnya adalah konfigurasi *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP) dimana metode tersebut di terapkan pada ke 2 router, sebagai penentu router master dan router backup yaitu terletak pada jumlah *priority*-nya. Berikut konfigurasi yang terlampir pada gambar dibawah :

```

[admin@MikroTik] > ping 8.8.8.8
  SEQ HOST          SIZE TTL TIME STATUS
  0 8.8.8.8          56 52 78ms
  1 8.8.8.8          56 52 64ms
  2 8.8.8.8          56 52 47ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=47ms avg-rtt=63ms max-rtt=78ms

[admin@MikroTik] > interface vrrp add interface=ether3 vrid=50 priority=254
[admin@MikroTik] > ip address add address=192.168.6.254/24 interface=vrrp1
[admin@MikroTik] >
  
```

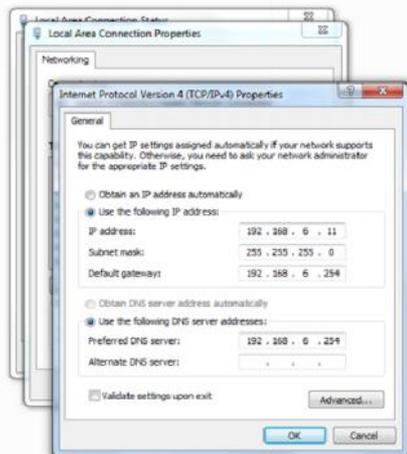
Keterangan :

1. Priority Router Master : 254
2. Priority Router Backup : 100
3. IP VRRP1 : 192.168.6.254/24

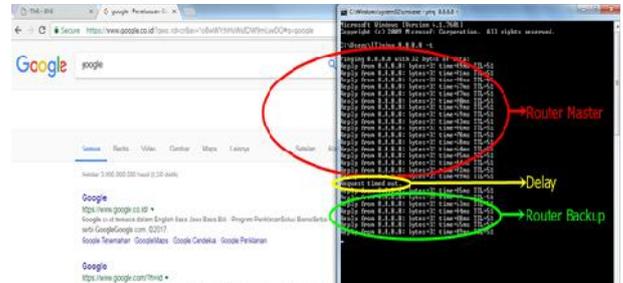
Setelah semua router sudah terkonfigurasi, maka lakukan kembali tes koneksi dengan ping 8.8.8.8 untuk memastikan semua router tersebut bisa terkoneksi internet, metode VRRP ini bertujuan apabila terjadi kendala ataupun kerusakan secara fisik pada router *master*, secara otomatis lalu-lintas akses internet akan berpindah ke router *backup* sehingga koneksi atau akses internet tetap stabil.

2. Pengujian Akhir Jaringan

Pada tahap pengujian akhir ini, penulis melakukan uji coba pada pc *client*. Hal pertama adalah *setting* ip pada pc client dengan segment 6, sebagai contoh 192.168.6.11 dan berikut adalah setting ip pada pc client :



Setelah semua sudah terkonfigurasi dengan baik maka uji coba dilakukan dengan sengaja mematikan atau bisa juga dengan memutus jalur akses internet pada router master. Berikut adalah hasil tes pada pc client dengan menggunakan router yang menggunakan metode VRRP



V. PENUTUP

Dari penulisan skripsi yang penulis buat, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Pentingnya sebuah cadangan perangkat sebagai otomatisasi *backup* pada sebuah organ jaringan yang vital.
2. Seluruh jaringan komputer pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA menggunakan IP kelas C.
3. Dengan menggunakan IP statis akan lebih menjamin keamanan pada jaringan.
4. Jalur akses internet pada *Client Office* PT. GOS INDORAYA melalui gedung *Head Office* (HO).
5. Penggunaan dua buah router yang ber-tipe sama bisa di manfaatkan sebagai penerapan metode *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP).
6. Penerapan VRRP mendukung kinerja router untuk akses internet meskipun ketika salah satu router mengalami kendala.
7. Semakin banyak router (lebih dari 1) yang digunakan sebagai VRRP maka akan semakin memperkecil peluang terjadinya kegagalan pada jaringan.

Kenyamanan dan keamanan jaringan komputer adalah hal yang paling utama dalam perusahaan, maka dari itu adapun beberapa saran bagi para administrator yang penulis sarankan, yaitu sebagai berikut :

1. Perlunya upgrade perangkat RB750 dengan RB450G, dengan tujuan meningkatkan daya *transfer* lebih cepat dan juga meningkatkan performa yang lebih baik.
2. Perlunya cadangan perangkat keras agar akses jaringan tetap berjalan dengan lancar.
3. Melakukan *maintenance* pada perangkat-perangkat jaringan secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bhagat, 2011. Virtual Router Redundancy Protocol-A Best Open Standard Protocol in Maintaining Redundancy.
- [2] Fauzi, Akhmad. 2008. Jaringan Komputer. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- [3] Feriantano, 2013. Pengertian dan Jenis - Jenis Topologi Jaringan Diambil dari: <http://www.tutorialcarakomputer.com/2013/12/pengertian-dan-jenis-jenis-topologi-jaringan.html>.
- [4] Irawan. 2013. Jaringan Komputer Untuk Orang Awam Edisi Ke-2. Palembang: maxikom.
- [5] I Putu Agus Eka Pratama, 2015. Handbook Jaringan Komputer.
- [6] Muhammad Yusuf Choirullah, Muhammad Anif, Agus Rohadi, 2016. Analisis Kualitas Layanan Virtual Router Redundancy Protocol Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN.
- [7] Rajamohan, 2014. An Overview of Virtual Router Redundancy Protocol Techniques and Implementation for Enterprise Networks.