Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)
Vol.3, No.1 Februari 2024
e-ISSN: 2963-7813; p-ISSN: 2963-8178, Hal 236-249
DOI: https://doi.org/10.55606/juprit.v3i1.3397

Analisis dan Implementasi Perbandingan Protokol VRRP dan HSRP pada Jaringan Topologi Star

Ramdhani Syahputra[1], Romi Mulyadi[2], Muhamad Yusuf[3], Yogi Pratama[4], Adri Yanto[5]
[1-5]Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah
Alamat: Jl. Parit Indah No. 38, Tangkerang Labuai, Kec. Bukit Raya Kota Pekanbaru
Email: ramdhani@ikta.ac.id[1], romi.mulyadi@ikta.ac.id[2], muhamadyusuf@ikta.ac.id[3], yogipratama@ikta.ac.id[4], adriyanto@ikta.ac.id[5]

Abstract*. The development of information and communication technologies forms more stringent requirements for indicators of reliability and availability of modern communication network services, which are expected to be available 24 hours a day throughout the year so that it is possible to use applications and services running on them at any time. To support network reliability and availability, routing protocols and redundancy are needed to handle failures in a network. A solution to increase network availability and reliability is using the First Hop Redundancy Protocol (FHRP), which consists of the Hot Standby Router Protocol (HSRP) and Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP). The results of the tests show that the delay difference between VRRP and HSRP is 0.16ms with a combination of EIGRP routing. In terms of packet loss parameters, when the primary network route is disconnected, there is an increase in packet loss of 1.01% on VRRP, 3.05% on HSRP combined with EIGRP routing, and 0.2% on VRRP, 0.4% on HSRP. Although delay and packet loss increased, the results obtained in this study met the standards set by ITU-T. The difference between VRRP and HSRP is 0.305 bit/ms in the throughput parameter. Meanwhile, the convergence time in VRRP is 5.14 seconds, HSRP 5.07 seconds, and the downtime parameter in VRRP is 12.6 S, 17.1 in HSRP.*

Keywords*: EIGRP, FHRP, HSRP, Routing Protocol, VRRP*

Abstrak. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi membentuk persyaratan yang lebih ketat untuk indikator keandalan dan ketersediaan layanan jaringan komunikasi modern, yang diharapkan tersedia 24 jam sehari sepanjang tahun, sehingga dapat menggunakan aplikasi dan layanan yang berjalan di atasnya setiap saat. Untuk mendukung aspek keandalan dan ketersediaan jaringan, dibutuhkan protokol *routing* dan redundansi untuk menangani kegagalan pada suatu jaringan. Solusi untuk meningkatkan ketersediaan dan keandalan jaringan dengan menggunakan protokol *First Hop Redundancy Protocol* (FHRP) yang terdiri dari protokol *Hot Standby Router Protocol* (HSRP), dan *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP). Hasil pengujian yang dilakukan, selisih delay antara VRRP dan HSRP adalah 0.16ms dengan kombinasi routing EIGRP. Pada parameter *packet loss*, pada saat rute jaringan utama terputus, terjadi peningkatan *packet loss* sebesar 1,01% pada VRRP, 3,05% pada HSRP yang dikombinasikan dengan routing EIGRP, dan 0,2% pada VRRP, 0,4% pada HSRP. Meskipun *delay dan packet loss* meningkat, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini memenuhi standar yang ditetapkan oleh ITU-T. Pada parameter *throughput*, perbedaan antara VRRP dan HSRP adalah 0,305 bit/ms. Sedangkan Waktu konvergensi pada VRRP adalah 5,14 detik, HSRP 5,07 detik, dan parameter *downtime* di VRRP 12.6s, 17.1s di HSRP.

Kata kunci: EIGRP, FHRP, HSRP, Routing Protocol, VRRP

LATAR BELAKANG

Dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dalam beberapa tahun terakhir, aplikasi jaringan komputer memainkan peran yang lebih penting dalam berbagai aplikasi dan layanan, yang secara signifikan memfasilitasi pengalaman hidup kita. Semakin berkembangnya teknologi informasi juga membawa perubahan revolusioner dalam bisnis di seluruh dunia. Banyak bisnis dan proses bisnis terhubung dengan teknologi informasi karena telah menjadi semacam kebutuhan untuk dapat bersaing. Jaringan komputer merupakan faktor

Received Desember 27, 2023; Accepted Januari 20, 2024; Published Februari 26, 2024
*Ramdhani Syahputra, ramdhani@ikta.ac.id

yang membuat pesatnya perkembangan teknologi dan layanan informasi. Jaringan komputer berperan sebagai kelangsungan bisnis yang membuat semua aplikasi dan layanan dapat diakses oleh klien atau karyawan. Dalam kelangsungan bisnis suatu perusahaan, atau instansi, diharapkan jaringan selalu tersedia 24 jam sehari sepanjang tahun, yang berarti ketersediaan minimum diharapkan 99,999% untuk melayani karyawan, pelanggan dan mitra bisnis. Dalam kebanyakan kasus, data pemadaman jaringan tidak dapat diterima di perusahaan, atau instansi, dan apabila terjadi downtime selama 2 menit akibat kegagalan jaringan dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar.

Agar selalu dapat terhubung dengan aplikasi bisnis dan layanan, suatu perusahaan, atau instansi memerlukan teknologi dan protokol yang terkait dengan keandalan dan ketersediaan jaringan yang tinggi. Keandalan dan ketersediaan jaringan yang tinggi saling terkait satu sama lain, sehingga keduanya diperlukan untuk kelangsungan suatu bisnis, dan untuk membuat aplikasi dan layanan di perusahaan atau instansi selalu tersedia bagi penggunanya. Untuk mempertahankan tingkat ketersediaan dan keandalan layanan yang diinginkan serta untuk meminimalkan biaya kegagalan atau layanan perangkat jaringan perlu ada beberapa perangkat jaringan tambahan atau perangkat yang dapat mengambil alih fungsi jaringan utama jika perangkat utama gagal. Dengan cara ini, jika satu perangkat jaringan gagal, aplikasi atau layanan akan tetap tersedia. Agar aplikasi dan layanan jaringan selalu tersedia setiap saat, dibutuhkan aspek yang dapat mendukung keandalan dan ketersediaan jaringan. Untuk mendukung aspek keandalan dan ketersediaan pada aplikasi dan layanan jaringan, dibutuhkan sebuah protokol routing yang menentukan bagaimana data ditransfer pada bidang komputer jaringan. Protokol *routing* menentukan bagaimana komunikasi antara router dengan router lainnya, dan bagaimana proses transfer data dari satu router ke router lain hingga akhirnya ke tujuan (Zia Ur Rahman, dkk. 2017).

Selain itu, salah satu hal yang menjadi aspek utama keandalan dan ketersediaan jaringan dengan melibatkan redudansi dalam sebuah desain jaringan untuk menghadapi kegagalan pada suatu jaringan. Redundansi jaringan merupakan konsep untuk menjaga keandalan dan ketersediaan pada jaringan, serta merupakan metode efektif yang banyak digunakan untuk indikator keandalan dan ketersediaan jaringan dalam sistem teknis. Redundansi jaringan komputer berarti proses duplikasi atau pemasangan jaringan alternatif untuk mempertahankan fungsionalitas jaringan terlepas dari kegagalan perangkat atau jalur. Redudansi pada jaringan berfungsi sebagai mekanisme cadangan atau *backup* yang segera mengambil alih fungsi jaringan apabila terjadi kegagalan pada layanan jaringan. Secara umum redudansi melibatkan dua atau lebih perangkat router yang diimplementasikan sebagai cadangan atau *backup*.

Redundansi mengacu pada pengangkutan informasi melalui beberapa link atau tautan. Tautan redundan menyediakan lebih banyak cara untuk mendapatkan data dari sumbernya ke tujuan. Dengan membuat beberapa link, maka dapat menghindari gangguan dalam pekerjaan dan menghilangkan waktu henti jaringan yang disebabkan oleh kegagalan link, yang diharapkan sebagai kegagalan kabel, *internet service provider* (ISP) atau serangan keamanan apapun yang berpotensi mengganggu operasi jaringan (Nikhil Hemant Bhagat. 2011). Dalam jaringan internet protocol (IP), ada beberapa solusi untuk meningkatkan ketersediaan dan keandalan jaringan dengan membuat link redundan di antara *Switch* dan router dengan menggunakan *First Hop Redundancy Protocol* (FHRP) (Mohammad Hamid Ibrahimi, dkk. 2017). FHRP digunakan dalam situasi di mana ada dua atau lebih dari dua *gateway* yang terhubung ke jaringan jika salah satu router *down*, router lainnya akan menyediakan redundansi dan layanan ke jaringan. FHRP merupakan protokol jaringan yang digunakan untuk melindungi *gateway default* dengan mengizinkan dua atau lebih router untuk menyediakan redudansi jika terjadi kegagalan di router aktif atau router utama (Mohammad Hamid Ibrahimi, dkk. 2017).

FHRP menyediakan redundansi *gateway default* untuk IP host di OSI layer 3. Dua atau lebih router dapat berbagi alamat IP virtual yang sama. Alamat IP virtual ini di konfigurasi perangkat akhir sebagai *gateway default*. Kelompok router tersebut terdiri dari router aktif dan satu atau lebih router cadangan (Joaquim Sierra Bernat. 2011). Ada tiga metode protokol FHRP yang disediakan oleh CISCO, namun ketiga metode ini terletak dalam dua kategori berbeda dan metodenya yaitu *Hot Standby Router Protocol* (HSRP), dan *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP). VRRP dan HSRP berada pada kategori yang sama dengan menyediakan redundansi cadangan pada router layer 3 Gateway.

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai sistem FHRP. Pada penelitian (I Gede Made Surya,dkk. 2019) penelitian dilakukan untuk meminimalkan kegagalan pada jaringan TCP/IP dengan menggunakan metode VRRP, HSRP, dan GLBP. Penelitian dilakukan dengan membandingkan *delay, packet loss, dan throughput.* Hasil dari penelitian metode GLBP memiliki kinerja paling baik dibandingkan metode VRRP, dan HSRP terutama pada pengujian packet loss, dan throughput. Pada penelitian (Ramdhani Syahputra, dkk 2020) melakukan penelitian untuk menganalisis perbandingan metode VRRP dan GLBP dengan menggunakan routing protocol RIPv2 dan OSPF dan topologi ring. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode VRRP ketika menggunakan routing protokol dengan topologi *ring* hasilnya metode VRRP lebih baik dari metode GLBP. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Pramawahyudi, dkk. 2020) untuk mengevaluasi dan menganalisa kinerja FHRP di topologi

star, serta menggunakan sebuah routing protokol EIGRP yang diaplikasikan dengan enam perangkat router, didapatkan hasil penelitian bahwa metode VRRP memiliki kualitas layanan d*elay, packet loss, dan throughput* yang lebih baik dari pada metode HSRP, dan GLBP. Pada penelitian ini, penulis akan merancang percobaan protokol FHRP yang dikombinasikan dengan dynamic routing protokol di router FHRP dan mengimplementasikan topologi backbone jaringan yang akan digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi *Graphical Network Simulator* 3 (GNS-3) dan wireshark, serta untuk membandingkan kinerja dari metode HSRP, dan VRRP. Selanjutnya pada penelitian ini dilakukan sebuah percobaan dengan mengimplementasikan FHRP di jaringan *backbone* yang berbentuk topologi star dengan menggunakan *routing Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP).

Pemilihan topologi star pada penelitian ini karena umumnya di setiap instansi dan perusahaan memiliki banyak perangkat yang terhubung ke jaringan internet, sehingga banyak instansi dan perusahaan menggunakan topologi *star* pada struktur jaringannya, sehingga hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan dan pertimbangan dalam membangun sebuah sistem jaringan yang handal dan mempunyai ketersediaan jaringan yang tinggi tanpa mengganggu aktivitas apabila terjadinya kegagalan atau terputusnya layanan jaringan. Dari hasil penelitian, maka akan dianalisis dan di bandingkan hasil percobaan FHRP dengan metode HSRP, dan VRRP yang dikombinasikan dengan dynamic routing OSPF dan EIGRP, serta hasil percobaan mengimplementasikan protokol FHRP di jaringan backbone yang berbentuk topologi star berdasarkan management performance dari protokol FHRP dengan parameter uji *downtime, convergence time, delay, packet loss, dan throughput.*

KAJIAN TEORITIS

First Hop Redundancy Protocol (FHRP) adalah protokol jaringan komputer milik CISCO yang dirancang untuk melindungi *default gateway* yang digunakan pada jaringan dengan menggunakan dua router atau lebih untuk menyediakan *load balancing* dan *redundancy* di alamat IP *virtual* jika terjadi kegagalan jaringan di router utama (Mohammad Hamid Ibrahimi, dkk. 2017). Alamat IP *virtual* ini di konfigurasi router sebagai *default gateway*. Router-router di FHRP terdiri dari router utama dan dua atau lebih router cadangan (Joaquim Sierra Bernat. 2011). Jika router utama *down*, router cadangan akan mengambil alih tanggung jawab jaringan setelah periode waktu yang dikenal sebagai waktu konvergensi (Mohammad Hamid Ibrahimi, dkk. 2017), (Zemtsov A. 2019), dan perangkat jaringan di jaringan area lokal (LAN) tidak dapat berkomunikasi dengan jaringan eksternal. Untuk

mengatasi masalah ini, kita dapat menggunakan metode redundansi router. Redundansi router mengacu pada kasus di mana router tambahan ada untuk menyediakan jalur cadangan dalam kasus kegagalan router utama. Jika sebuah router gagal atau *down*, fungsi-fungsi *routing* harus dialihkan dari satu router ke router yang lain tanpa gangguan pada jaringan internal.

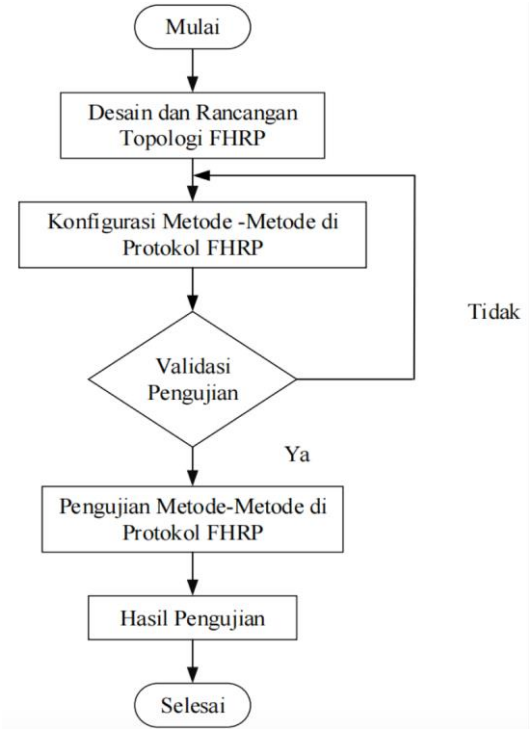
Perangkat router yang menjadi router utama dipilih berdasarkan nilai prioritas tertinggi untuk menjadi router utama, dan router lainnya akan berfungsi sebagai router cadangan. Protokol FHRP memungkinkan penggunaan perangkat router sebagai cadangan dan penyeimbangan beban trafik jaringan di perangkat router. Di masa lalu, masalah utamanya ketika router utama *down* dan router cadangan tersedia, tetapi *host* tidak mengetahuinya. Oleh karena itu diperlukan konfigurasi manual untuk menjadikan router cadangan sebagai router *default*. Tetapi FHRP memungkinkan router cadangan secara otomatis mengambil alih tempat router utama jika terjadi kegagalan. FHRP terdiri dari beberapa metode, tetapi metode yang paling banyak digunakan adalah *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP), *Gateway Load Balancing Protocol* (GLBP), dan *Hot Standby Router Protocol* (HSRP). Metode yang ada di FHRP menyediakan sistem *backup* router, *redundancy*, *failover*, dan *load balancing* ke dalam lapisan *data link* model *Open System Interconnection* (OSI) dengan memungkinkan beberapa router membuat group untuk distribusi beban dan membentuk satu tautan *virtua* (Mohammad Hamid Ibrahimi, dkk. 2017). VRRP dan HSRP berada pada kategori yang sama dengan menyediakan redundansi cadangan pada router *gateway layer* 3.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan desain dan perancangan sistem FHRP, dan melakukan simulasi komunikasi data di jaringan untuk menganalisis kinerja protokol FHRP dengan melakukan percobaan simulasi pada metode VRRP, dan HSRP di jaringan *redistribution* dengan menggunakan topologi *star* dan mengkombinasikan *routing* EIGRP ke topologi jaringan yang akan digunakan. Selanjutnya akan dilakukan konfigurasi sistem pada setiap metode VRRP, dan HSRP. Konfigurasi kedua metode ini dilakukan pada setiap metode, karena *protocol* FHRP mempunyai metode yang berbeda-beda. Tahapan selanjutnya akan dilakukan simulasi pengujian untuk mendapatkan hasil dari kinerja metode VRRP, dan HSRP. Percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan kinerja dari FHRP apabila dikombinasikan dengan *routing* pada setiap router *master* maupun router *back up* pada protokol FHRP tersebut.

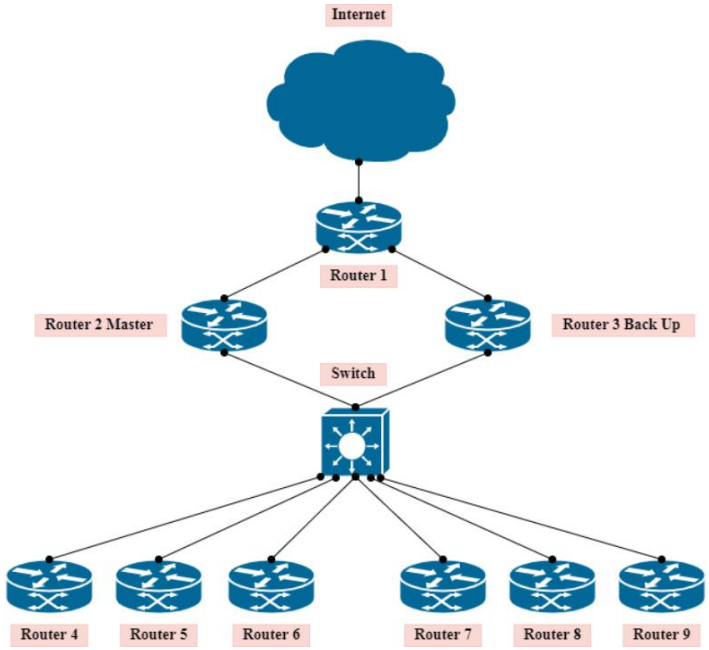
Setelah hasil kinerja dari metode VRRP, dan HSRP didapatkan, tahapan selanjutnya pada penelitian ini dengan mengimplementasikan protokol FHRP ke topologi jaringan *star* dengan enam perangkat router cisco, dan digunakan *routing* EIGRP sebagai jaringan internalnya.

Dipilihnya *routing* EIGRP karena *routing* ini mengkombinasikan kelebihan dari *link state* dan *distance vector*, serta digunakannya topologi jaringan *star* karena topologi ini memiliki fleksibilitas yang lebih baik daripada topologi lainnya. Parameter yang diujikan dalam penelitian ini adalah *Quality of Service* (QoS). QoS adalah kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik untuk lalu lintas data tertentu di berbagai teknologi jenis platform. QoS tidak langsung didapat dari infrastruktur jaringan, tetapi diperoleh dengan mengimplementasikannya pada jaringan yang bersangkutan. QoS dirancang untuk membantu jaringan menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa kinerja jaringan dapat diandalkan dari aplikasi dan layanan berbasis jaringan. Pada Gambar 3.1 merupakan alur dari percobaan simulasi protokol FHRP yang digunakan pada penelitian ini untuk memperoleh parameter hasil pada penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Rancangan Topologi FHRP

Desain topologi jaringan FHRP pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2 dengan menggunakan tiga perangkat router, dua *switch*, dan dua *personal computer* sebagai *host* untuk uji koneksi jaringan.



Gambar 2. Desain Topologi Star dengan Protokol FHRP

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian parameter QoS berupa, *delay, packet loss, throughput*, waktu konvergensi, dan *downtime* dilakukan pada dua kondisi yaitu pada saat jaringan normal atau tanpa pemutusan *link* dan pada saat terjadi pemutusan *link* dari *client* menuju master router.

Parameter Delay Protokol FHRP

Pengujian parameter *delay* bertujuan untuk mengetahui rata-rata waktu tunda antar paket data yang dikirimkan dari internet ke *client*. Hasil perhitungan *delay* rata-rata protokol FHRP yang diaplikasikan ke sebuah topologi *backbone* yang disusun berbentuk topologi *star* dan dikombinasikan dengan *routing* EIGRP ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Delay Protokol FHRP di Topologi Star dan Routing EIGRP

Host	Tanpa Pemutusan Link R3 Sebagai State Master (ms)		Dengan Pemutusan Link R2 Menjadi State Master (ms)	
	VRRP	HSRP	VRRP	HSRP
R4	0,49	0,62	0,52	1
R5	0,49	0,63	0,56	1
R6	0,49	0,62	0,56	0,98
R7	0,49	0,62	0,57	1
R8	0,49	0,62	0,57	1
R9	0,5	0,63	0,56	0,98
Average	0,492	0,625	0,556	0,993

Delay rata-rata ketika topologi FHRP diaplikasikan dengan topologi jaringan *star* yang dikombinasikan dengan *routing* EIGRP pada saat kondisi jaringan normal didapatkan 0,492 ms untuk metode VRRP, dan 0,625 ms untuk metode HSRP. pada saat terjadinya pemutusan *link* pada router R3 sebagai router master, dan fungsionalitas jaringan diambil alih oleh router R2 didapatkan terjadinya kenaikan *delay* yang terjadi pada setiap masing-masing metode. Hal ini terjadi karena pemutusan *link* mengakibatkan terjadinya *failover* sehingga proses komunikasi data tertunda. Meskipun demikian, nilai *delay* rata-rata yang diperoleh dari perhitungan pada kedua kondisi tersebut kurang dari 150 ms, sehingga berdasarkan standar ITU-T G.114 masih tergolong baik.

Parameter Packet Loss Protokol FHRP

Pengujian parameter *packet loss* bertujuan untuk mengetahui banyaknya paket data yang hilang selama proses komunikasi dari internet ke *client*. Dalam Implementasi jaringan yang berbasis IP *address*, nilai *packet loss* diharapkan mempunyai nilai yang minimum. Umumnya *packet loss* terjadi karena *packet* yang dikirimkan gagal mencapai tujuannya. Untuk hasil perhitungan rata-rata *packet loss* protocol FHRP yang diaplikasikan ke sebuah topologi *backbone* yang disusun berbentuk topologi *star* ditunjukkan pada Tabel 4.2 Nilai rata-rata *packet loss* ketika topologi FHRP diaplikasikan dengan jaringan *backbone* dengan *routing* EIGRP didapatkan 2,9% untuk metode VRRP, dan 6,4% metode HSRP. Sehingga terdapat perbedaan rata-rata *packet loss* sebesar 3,5% untuk metode VRRP dan HSRP.

Tabel 2. Packet loss Protocol FHRP di Topologi Star dan Routing EIGRP

Host	Tanpa Pemutusan Link R3 Sebagai State Master (%)		Dengan Pemutusan Link R2 Menjadi State Master (%)	
	VRRP	HSRP	VRRP	HSRP
R4	2,9	6,5	2,9	6,5
R5	2,9	6,4	2,9	6,5
R6	2,9	6,5	2,9	6,7
R7	2,9	6,3	2,9	6,5
R8	2,9	6,4	2,9	6,4
R9	2,9	6,4	2,9	6,4
Average	2,9	6,4	2,9	6,5

Ketika jaringan dengan kondisi pemutusan *link* dari router R3, dan fungsionalitas layanan jaringan diambil alih oleh router R2, nilai rata-rata *packet loss* yang yang didapatkan tidak terjadinya kenaikan rata-rata packet loss. Hal ini terjadi karena metode-metode FHRP mengirimkan pesan *advertisement* ke *routing* EIGRP, sehingga *routing* EIGRP dapat segera menentukan rute yang dapat digunakan untuk meneruskan paket tujuan tanpa terjadinya peningkatan nilai rata-rata *packet loss*. Nilai rata-rata *packet loss* yang didapatkan pada dua kondisi memenuhi standar toleransi yang sudah ditetapkan oleh ITU-T, yaitu 10%-30%. Dengan demikian nilai rata-rata *packet loss* yang didapatkan pada setiap metode masih tergolong baik ketika tanpa pemutusan dan diputusnya *link* di router utama.

Parameter Throughput Protokol FHRP

Perhitungan throughput bertujuan untuk mengetahui kemampuan aktual jaringan dalam mengirimkan data per satuan waktu setelah implementasi protokol FHRP. Biasanya *throughput* dikaitkan dengan *bandwidth*. Hasil perhitungan *throughput* protokol FHRP yang dikombinasikan dengan protokol *routing* EIGRP disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Throughput* Protokol FHRP di Topologi Star dan Routing EIGRP

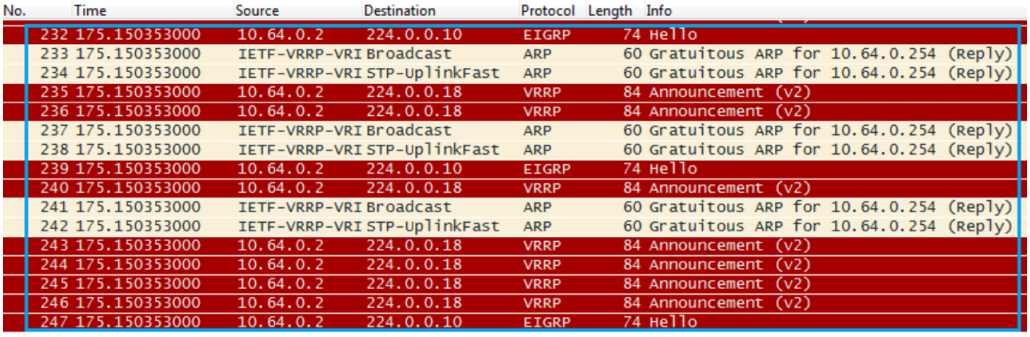
Host	Tanpa Pemutusan Link R3 Sebagai State Master (bits/ms)		Dengan Pemutusan Link R2 Menjadi State Master (bits/ms)	
	VRRP	HSRP	VRRP	HSRP
R4	2,3	4,6	4,6	4,6
R5	4,6	4,6	3,8	4,6
R6	2,3	4,6	4,6	4,6
R7	4,6	46	4,1	4,6
R8	2,3	4,6	2,8	4,6
R9	4,1	4,6	4,6	4,6
Average	3,37	4,6	4,08	4,6

Ketika dalam kondisi terputusnya router R3, terjadi peningkatan nilai rata-rata *throughput* yang dikombinasikan dengan *routing* EIGRP. Peningkatan atau penurunan nilai *throughput* disebabkan oleh terhentinya proses transfer data saat terjadi failover dari router R3 sebagai master ke router R2 sebagai *backup*. Kondisi ini dapat menjadi penyebab beberapa paket data hilang, sehingga pada saat jaringan normal kembali terjadi permintaan pengiriman ulang paket yang mengakibatkan peningkatan nilai *throughput*.

Parameter *Time Convergence* Protocol FHRP

Waktu konvergensi merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sebuah jaringan komputer untuk dapat memulai data *forwarding* pada saat jaringan tersebut bekerja kembali. Waktu konvergensi dihitung ketika router utama pada metode HSRP, dan VRRP mengalami kegagalan pada jaringan. Waktu konvergensi dapat dihitung dengan mengamati capture paket pada *wireshark* dengan mengamati perubahan status pada router utama (R3). Waktu konvergensi dihitung ketika proses simulasi FHRP pada router R3 sebagai router master selama 2 menit. Setelah dilakukan simulasi FHRP selama 2 menit, maka router R3 akan dimatikan untuk mendapatkan waktu konvergensi pada protokol FHRP. Untuk waktu konvergensi protokol FHRP yang dikombinasikan dengan routing EIGRP dapat dihitung dengan memperhatikan capture paket pada *wireshark* dengan mengamati perubahan status pada router utama (R3). Pada *routing* EIGRP waktu konvergensi dimulai dengan mengamati perubahan port router dari *Gratuitous ARP for* 10.64.0.3 ketika router R3 berfungsi kembali. Gambar 4.1 merupakan hasil capture *wireshark* di protokol FHRP pada *routing* EIGRP ketika dimulainya waktu konvergensi jaringan. Waktu konvergensi VRRP, HSRP, dan GLBP yang

dikombinasikan dengan routing EIGRP dihitung dengan mengamati perubahan status pada saat router mengirimkan pesan *hello* sebelum dimulainya dan berakhirnya *Gratuitous* ARP *for* 10.64.0.3.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
232	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.10	EIGRP	74	Hello
233	175.150353000	IETF-VRRP-VRI	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 10.64.0.254 (Reply)
234	175.150353000	IETF-VRRP-VRI	STP-UplinkFast	ARP	60	Gratuitous ARP for 10.64.0.254 (Reply)
235	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.18	VRRP	84	Announcement (v2)
236	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.18	VRRP	84	Announcement (v2)
237	175.150353000	IETF-VRRP-VRI	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 10.64.0.254 (Reply)
238	175.150353000	IETF-VRRP-VRI	STP-UplinkFast	ARP	60	Gratuitous ARP for 10.64.0.254 (Reply)
239	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.10	EIGRP	74	Hello
240	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.18	VRRP	84	Announcement (v2)
241	175.150353000	IETF-VRRP-VRI	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 10.64.0.254 (Reply)
242	175.150353000	IETF-VRRP-VRI	STP-UplinkFast	ARP	60	Gratuitous ARP for 10.64.0.254 (Reply)
243	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.18	VRRP	84	Announcement (v2)
244	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.18	VRRP	84	Announcement (v2)
245	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.18	VRRP	84	Announcement (v2)
246	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.18	VRRP	84	Announcement (v2)
247	175.150353000	10.64.0.2	224.0.0.10	EIGRP	74	Hello

Gambar 3. Gratuitous ARP FHRP dengan Routing EIGRP

Untuk waktu konvergensi protokol FHRP yang diaplikasikan dengan jaringan *backbone* yang disusun berbentuk topologi *star* dengan menggunakan mekanisme yang sama, dan *routing* yang digunakan *routing* OSPF, dan EIGRP didapatkan waktu konvergensi yang disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Waktu Konvergensi Protokol FHRP di Topologi Star Routing EIGRP

VRRP		HSRP	
Waktu LS Request	165,011313	Waktu LS Request	164,705710
Waktu LS Update	165,104913	Waktu LS Update	164,736911
	165,151713		164,783711
	165,448113		164,830511
	165,572914		164,861711
	165,650914		165,204911
	169,816121		167,674874
	170,159322		169,775719

Tabel 5. Perbandingan Waktu Konvergensi FHRP di Topologi Star Routing EIGRP

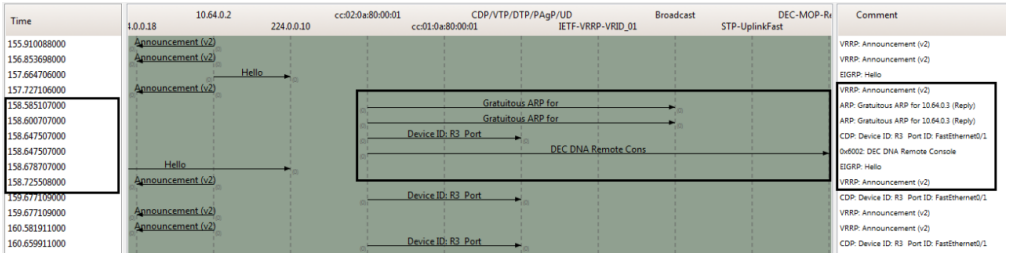
Waktu Konvergensi	
VRRP	HSRP
5,14	5,07

Dari hasil simulasi yang dilakukan di GNS3 dan paket-paket capture di *wireshark* didapatkan waktu konvergensi dari setiap masing-masing metode protokol FHRP dan kombinasi *routing* yang digunakan. Ketika protokol FHRP dikombinasikan dengan *routing* EIGRP didapatkan metode HSRP memiliki nilai waktu konvergensi yang lebih baik dari pada metode VRRP.

Parameter *Downtime* FHRP

Downtime mengacu pada periode ketika sistem tidak dapat menyelesaikan fungsi utamanya. Tergantung pada situasinya, sistem ini mungkin tidak tersedia untuk sementara, offline, atau sama sekali tidak dapat beroperasi. *Downtime* mungkin berlaku untuk satu aplikasi, komputer, server, atau seluruh jaringan. Jika komponen penting jaringan mati, ini dapat mengakibatkan waktu henti jaringan. Tidak semua waktu henti sama. *Downtime* untuk jaringan dibagi menjadi dua jenis - waktu henti yang direncanakan dan tidak direncanakan. Jadi apa yang dimaksud dengan downtime terencana versus downtime yang tidak direncanakan.

Downtime yang direncanakan adalah periode dimana dengan sengaja menghentikan jaringan untuk menyelesaikan pemeliharaan dan peningkatan terjadwal. Meskipun jaringan tidak dapat digunakan saat ini, waktu henti yang direncanakan sangat penting untuk memastikan bahwa jaringan berfungsi secara optimal dalam jangka panjang. *Downtime* yang tidak direncanakan adalah cerita lain. Ini adalah pemadaman jaringan yang tidak terduga yang dapat terjadi kapan saja karena kegagalan sistem yang tidak terduga. *Downtime* yang tidak direncanakan dapat terjadi sebagai akibat dari berbagai kegagalan, termasuk malfungsi perangkat keras dan perangkat lunak, kesalahan operator, atau bahkan serangan siber. Ini adalah jenis waktu henti yang paling mahal, karena dapat terjadi selama jam operasional. Nilai *downtime* dapat diukur untuk menentukan durasi saat jaringan mati karena pemutusan tautan ke router utama. Saat jaringan sedang down, terjadi proses failover dari router master ke router backup, sehingga jaringan bisa berjalan normal kembali. Proses tersebut dapat direkam melalui Wireshark seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Terjadinya Downtime

Hasil perhitungan *downtime* yang didapatkan pada topologi FHRP yang dikombinasikan dengan *routing* EIGRP pada Tabel 6.

Tabel 6. Downtime Protokol FHRP di Topologi Star Routing EIGRP

VRRP (s)	HSRP (s)
12,6	17,1

Downtime yang didapatkan dilakukan dengan mensimulasikan topologi FHRP yang dikombinasikan dengan routing EIGRP selama 2 menit. Setelah dilakukan simulasi selama 2 menit, dilakukan pemutusan *link* pada jalur utama router R3, dan periode *downtime* dilakukan 1 kali. Sehingga didapatkan data-data *downtime* protokol FHRP pada setiap masing-masing metode. Dari kedua metode FHRP, didapatkan bahwa HSRP memiliki *downtime* yang lebih besar dari pada *downtime* pada metode VRRP.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian telah dilakukan implementasi protokol FHRP pada sebuah topologi *backbone,* serta dikombinasikan dengan *routing* protokol EIGRP untuk menganalisa bagaimana *Quality of Service* jaringan apabila diterapkan protokol FHRP, dan bagaimana metode-metode pada protokol FHRP menyediakan *backup* layanan jaringan ketika perangkat router utama mengalami *down* atau terputusnya jalur dari router utama. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan diantaranya :

1. Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan waktu simulasi protokol FHRP selama 2 menit, ketika diputusnya layanan jaringan di router utama didapatkan kenaikan *delay*, *packet loss*, dan *throughput* di setiap metode protokol FHRP ketika dikombinasikan dengan *routing* EIGRP. Merujuk pada standar ITU-T, terjadinya kenaikan delay, dan *packet loss* yang didapatkan ketika diputusnya layanan jaringan di router utama masih tergolong baik.
2. Untuk Waktu konvergensi yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode VRRP memiliki waktu konvergensi yang lebih cepat apabila dikombinasikan dengan routing EIGRP dengan metode lainnya. Untuk Periode *downtime* yang didapatkan pada penelitian menunjukkan bahwa metode VRRP yang dikombinasikan dengan *routing* EIGRP memiliki nilai *downtime* yang lebih kecil dari pada metode lainnya. Sehingga ketika terputusnya layanan jaringan di router utama, metode VRRP yang dikombinasikan dengan routing EIGRP dapat segera menyediakan jalur *backup* yang lebih cepat dari pada metode lainnya.

3. Dari hasil penelitian ini, didapatkan bahwa metode VRRP yang dikombinasikan dengan routing EIGRP memberikan parameter output yang lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya.

Saran untuk pengembangan penelitian ini dapat dilakukan oleh peneliti selanjutnya dengan mempertimbangkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan percobaan tambahan dengan perangkat langsung agar membuktikan bahwa metode VRRP yang dikombinasikan dengan routing EIGRP adalah solusi yang tepat dalam menyediakan keandalan dan kestabilan jaringan.
2. Pada penelitian ini menggunakan IPv4 sebagai pengalamatannya. Untuk penelitian selanjutnya bagaimana protokol FHRP ketika digunakan pengalamatan IPv6, dan dengan menggunakan *routing* lainnya.

DAFTAR REFERENSI

Zia Ur Rahman, Safyan Mukhtar, Sajjad Khan, Waqas Ahmad, Raees Khan. Zakir Ullah, Reena Ras, Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 2017. Performance Evaluation of First HOP Redundancy Protocols (HSRP, VRRP & GLBP)

Nikhil Hemant Bhagat, International Conference on Web Services Computing (ICWSC). 2011 Virtual Router Redundancy Protocol-A Best Open Standard Protocol in Maintaining Redundancy

Mohammad Hamid Ibrahimi, Komil B. Vora, Kunal Khimani, International Journal of Engineering Science and Computing, 2017. Deploy Redundancy of Internet using First Hop Redundancy Protocol and Monitoring it using IP Service Level Agreements (IPSLA)

Joaquim Sierra Bernat, Thesis submitted for examination for the degree of Master of Science in Technology ,2011. Redundancy and load balancing at IP layer in access and aggregation networks

I Gede Made Surya, Nyoman Putra Sastra, NMAE Dewi Wirastuti, Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 18, No. 1, Januari - April 2019. Performansi Jaringan TCP/IP Menggunakan Metode VRRP, HSRP, dan GLBP

Ramdhani Syahputra, Rahmadi Kurnia, Rian Ferdian, 2020. Analisis Perancangan dan Implementasi FHRP di Protokol Routing RIPv2 dan OSPF

Pramawahyudi, Ramdhani Syahputra, Ahmad Ridwan, ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, 2020. Evaluasi Kinerja First Hop Redundancy Protocols Untuk Topologi Star Di Routing Eigrp,

Zemtsov A., International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, 2019. Performance Evaluation of First Hop Redundancy Protocols for a Computer Networks of an Industrial Enterprise