

Topologi Redundansi Link Untuk Keamanan Serta Mitigasi Ketersediaan Jaringan Komputer Menggunakan Rapid Spanning Tree Protocol

Mohammad Taufan Asri Zaen¹, Ahmad Tantoni^{2,*}

¹Prodi Sistem Informasi, STMIK Lombok, Praya, Indonesia

²Prodi Teknik Informatika, STMIK Lombok, Praya, Indonesia

Email: ¹opanzain@gmail.com, ^{2,*}ahmad.tantoni@students.amikom.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ahmad.tantoni@students.amikom.ac.id

Submitted: 07/10/2022; Accepted: 24/11/2022; Published: 30/11/2022

Abstrak—Seringnya terjadi bencana alam mengharuskan perusahaan telekomunikasi mewajibkan adanya jalur backbone internet cadangan yang apabila infrastruktur telekomunikasi yang rusak/terputus diakibatkan bencana alam. Dilansir dari inet.detik.com APJII mengungkapkan jaringan fiber optik Jakarta-Singapura sempat putus berdampak pada layanan internet di Indonesia terganggu. Perbaikan fiber optik bisa memakan waktu sampai 2-3 minggu mewajibkan melakukan backup jaringan, solusi utama backup jaringan dengan satelit, namun masalah akan timbul ketika konfigurasi untuk jalur satelit yang memakan waktu 1-2 hari. Masalah timbul lagi jika digabungkan antara jalur internet fiber optik dan jalur internet satelit yang menyebabkan looping network membuat jaringan gangguan, untuk menjaga gangguan maka dibutuhkan metode spanning tree protocol untuk backup jalur secara otomatis dan membuat redundansi link jika salah satu jalur bermasalah atau terputus. Tujuan penelitian ini merancang topologi redundansi link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP) dengan router rb750gr3, switch rb260gs dan switch dgs-108. Dalam topologi jaringan RSTP dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access. Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan RSTP melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan *backup link*. Metode NDLC digunakan dalam menentukan berapa detik melakukan backup redundansi link ini menggunakan. Hasil pengujian pemutusan link ether2-switch-mikrotik dan ether1-switch-dlink menggunakan perintah “ping” selama 20 detik dalam menentukan berapa detik melakukan backup link mendapatkan hasil tidak terjadi Request Time Out dan rata-rata waktu setiap pc dalam menentukan jalur backup untuk pc-vlan20 22,9ms, pc-vlan30 35ms, pc-vlan70 23,5ms. Hasil pengujian pemutusan link ether3-switch-mikrotik dan ether2-switch-dlink menggunakan perintah “ping” selama 20 detik dalam menentukan berapa detik melakukan backup link mendapatkan hasil tidak terjadi Request Time Out dan rata-rata waktu setiap pc dalam penentuan jalur backup untuk pc-vlan20 23ms, pc-vlan30 24ms, pc-vlan70 43,7ms.

Kata Kunci: Redundansi Link; Keamanan Jaringan; Ketersediaan Jaringan; VLAN; Rapid Spanning Tree Protocol

Abstract—The frequent occurrence of natural disasters requires telecommunications companies to require a backup internet backbone line if the telecommunications infrastructure is damaged/disconnected due to natural disasters. Reporting from inet.detik.com APJII revealed that the Jakarta-Singapore fiber optic network had broken, which had an impact on internet services in Indonesia. Fiber optic repair can take up to 2-3 weeks requiring network backup, the main solution for network backup with satellite, but problems will arise when configuration for satellite lines takes 1-2 days. Problems arise again when combined between fiber optic internet lines and satellite internet lines which cause the looping network to create network disturbances, to maintain interference, a spanning tree protocol method is needed to backup lines automatically and create link redundancy if one of the lines is problematic or disconnected. The purpose of this study is to design a link redundancy topology for security and mitigation of network availability using the rapid spanning tree protocol (RSTP) with router rb750gr3, switch rb260gs and switch dgs-108. In the RSTP network topology, it is designed with 3 redundant lines connected between the rb260gs switch and the dgs-108 switch, with an on-stick router rb750gr3 and is designed with 6 access mode vlan lines. In testing the inter-vlan network, RSTP terminates the redundancy link and then uses the ping command at the command prompt to determine how many minutes to backup the link. The NDLC method is used in determining how many seconds to backup this redundancy link using. The results of testing the link termination ether2-switch-mikrotik and ether1-switch-dlink using the “ping” command for 20 seconds in determining how many seconds to backup the link get the result that Request Time Out does not occur and the average time for each pc in determining the backup path for the pc-vlan20 22.9ms, pc-vlan30 35ms, pc-vlan70 23.5ms. The results of link termination testing ether3-switch-mikrotik and ether2-switch-dlink using the “ping” command for 20 seconds in determining how many seconds to backup the link get the result that there is no Request Time Out and the average time for each pc in determining the backup path for the pc-vlan20 23ms, pc-vlan30 24ms, pc-vlan70 43.7ms.

Keywords: Link Redundancy; Network Security; Network Availability; VLANs; Rapid Spanning Tree Protocol

1. PENDAHULUAN

Dunia teknologi informasi saat ini menjadi hal yang sangat dipertimbangkan diberbagai bidang. Teknologi informasi sangat dipertimbangkan karena menjadi kunci kesuksesan untuk instansi atau perusahaan bisa bersaing dengan kompetitor sesama dibidangnya. Terlebih lagi instansi atau perusahaan seperti jasa telekomunikasi ini berbagai cara agar semakin terdepan dalam mencapai layanan yang maksimal dan dapat diandalkan. Jasa telekomunikasi ini selalu meningkatkan kualitas keamanan serta kualitas ketersediaan layanan dengan meningkatkan infrastruktur teknologi terbaik.

Tidak dapat dipungkiri hampir seluruh daerah di Indonesia termasuk dalam *ring of fire*, kondisi demikian membuat banyak sekali bencana alam yang saling silih berganti di Indonesia mulai dari gunung meletus, gempa

bumi bahkan tsunami. Seringnya terjadi bencana alam di Indonesia mengharuskan setiap perusahaan telekomunikasi mewajibkan adanya jalur backbone internet cadangan yang apabila infrastruktur telekomunikasi yang rusak/terputus diakibatkan bencana alam yang terjadi. Dilansir dari situs [ambon.antaranews.com](https://antaranews.com) [2] menerangkan akibat gempa bumi magnitudo 6,8 SR yang berpusat dipulau Seram yang mengakibatkan terputusnya jaringan "backbone" Telkom, bencana alam demikian ini mengakibatkan perlunya mitigasi untuk peralihan jalur telekomunikasi alternatif via satelit karena perbaikan jalur backbone membutuhkan 30 hari. Dilansir juga dari situs [inet.detik.com](https://detik.com) [1] Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) mengungkapkan terkait jaringan fiber optik Jakarta-Singapura yang sempat putus berdampak pada layanan internet di Indonesia terganggu. Perbaikan kabel fiber optik yang putus bisa memakan waktu sampai 2-3 minggu. Proses perbaikan kabel fiber optik yang memakan waktu banyak, mewajibkan melakukan backup jaringan alternatif supaya internet tetap berjalan normal, solusi utama untuk backup jaringan adalah dengan menggunakan satelit, namun masalah akan timbul jika perlu konfigurasi lagi untuk jalur satelit yang memakan waktu kurang lebih 1-2 hari.

Namun masalah timbul lagi jika langsung digabungkan antara jalur internet induk (fiber optik) dan jalur internet backup (satelit) yang menyebabkan terjadi looping network membuat gangguan jaringan, untuk menjaga agar gangguan jaringan akibat looping network itu tidak terjadi, maka dibutuhkan metode spanning tree protocol untuk melakukan backup jalur secara otomatis dan membuat redundansi link jika salah satu jalur bermasalah atau terputus.

Tujuan penelitian ini merancang topologi redundansi link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP) dengan hardware router mikrotik rb750gr3, switch manageable mikrotik rb260gs dan switch manageable d'link dgs-108. Dalam topologi jaringan rapid spanning tree dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick mikrotik rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access. Tujuan yang lain juga menjadi solusi untuk internet service provider melakukan jalur cadangan apabila salah satu link terputus/down. Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan backup link.

Dilansir dari situs citraweb.com [3] menerangkan looping pada jaringan komputer terjadi karena switch yang menghubungkan kabel dengan dirinya sendiri atau menghubungkan dua switch atau lebih. Ketika perangkat tersebut saling terhubung dengan kondisi tersebut maka akan terjadi lonjakan paket data pada kedua switch tersebut. Dilansir dari situs citraweb.com [4] menerangkan bridge looping terjadi ketika terdapat lebih dari 1 path atau jalur antara 2 node dalam bridge yang sama.

Menurut tiphon [5] delay merupakan waktu yang dibutuhkan untuk sebuah paket dikirimkan dari suatu komputer ke komputer lain yang dituju. Delay dalam sebuah proses transmisi paket dalam sebuah jaringan komputer disebabkan karena adanya antrian yang panjang, atau mengambil route lain untuk menghindari kemacetan pada routing. Untuk mencari delay pada paket yang ditransmisikan dengan membagi antara panjang paket (satuan bit) dibagi dengan link bandwidth (satuan bit/s). untuk mengukur delay pada suatu jaringan komputer menggunakan perintah ping yang merupakan salah satu perintah yang dimiliki oleh command prompt sistem operasi Windows, dimana time pada hasil perintah ping menunjukkan delay pada paket yang dikirimkan.

Tabel 1. Kategori Delay

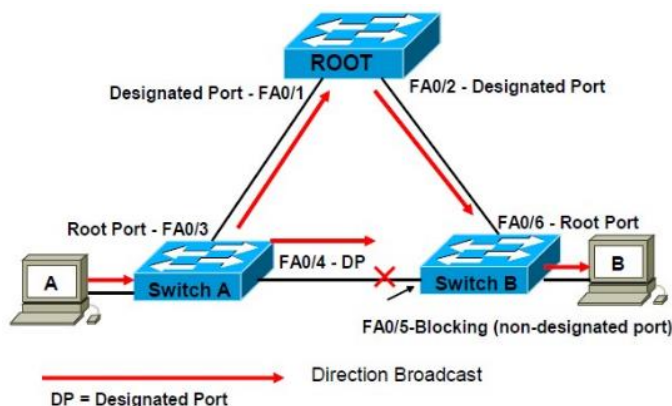
Kategori	Packet Loss
Sangat Bagus	< 150ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Jelek	> 450 ms

Menurut Forouzan menjelaskan [6] VLAN merupakan proses membagi LAN ke segmen logis bukan fisik sehingga sebuah LAN dapat dibagi menjadi beberapa LAN dalam bentuk logis. Sedangkan menurut Jesin [7] menjelaskan VLAN merupakan teknologi yang digunakan untuk partisi jaringan layer 2 menjadi beberapa broadcast domain. Dilihat dari keanggotaan VLAN [8] dibagi dua tipe 1) Static VLAN merupakan setiap anggota dari suatu VLAN ditentukan berdasarkan nomor port switch. 2) Dynamic VLAN merupakan keanggotaan akan ditentukan secara otomatis menggunakan software yang diinstal pada server pusat VMPS (VLAN Management Policy Server). Link VLAN Ada dua jenis [8] yaitu 1) Access Link merupakan tipe link yang umum dimiliki semua jenis switch VLAN. Access Link digunakan untuk menghubungkan komputer dengan switch dan merupakan port switch yang sudah terkonfigurasi. Selama proses transfer data, switch akan membuang informasi tentang VLAN. 2) Trunk Link digunakan untuk menghubungkan switch dengan switch atau switch dengan router.

Sebuah broadcast domain yang unik, secara default setiap device yang berada pada VLAN berbeda tidak dapat saling berkomunikasi dan supaya device yang berada pada VLAN berbeda dapat saling berkomunikasi diperlukan mekanisme interVLAN Routing[9]. Terdapat 2 konsep interVLAN Routing yaitu : interVLAN routing tradisional dan Router on-stick. Pada interVLAN routing tradisional setiap VLAN harus dihubungkan dengan sebuah interface fisik router. Jadi semakin banyak VLAN yang akan di interkoneksi memerlukan semakin

banyak interface LAN pada router. Sedangkan pada router on-stick memerlukan 1 interface fisik router yang digunakan untuk merutekan paket antar VLAN.

Spanning Tree Protocol (STP) merupakan protokol digunakan untuk mencegah terjadinya network loop, dengan menemukan redundant link, lalu memblokirnya hingga redundant link tersebut benar-benar dibutuhkan. STP telah dikembangkan berdasarkan standar IEEE 802.1d, saat ini telah dikembangkan lagi menjadi Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) berdasarkan standar IEEE 802.1w dan Multiple Spanning Tree (MST) berdasarkan standar IEEE 802.1s [9]. Konsep spanning tree protocol pada gambar berikut:



Gambar 1. Konsep *Spanning Tree Protocol*

Network Loop adalah suatu kondisi dimana frame-frame “berputar” tanpa henti pada network. Kondisi semacam ini jelas tidak disukai dan dapat menyebabkan network lumpuh karena network secara terus-menerus dibanjiri oleh frame-frame yang tidak bermanfaat. Network loop sering terjadi pada network yang menerapkan sejumlah switch [9]. Ada beberapa port yang sudah terkonfigurasi secara otomatis pada spanning tree seperti pada gambar 1 [9]:

- Root port merupakan port pada switch yang terhubung ke root bridge. Root port bertujuan untuk meneruskan traffic menuju ke root bridge. Hanya diijinkan satu root port saja dalam satu bridge.
- Root bridge merupakan switch dengan ID terbaik dan switch yang terpilih sebagai focal point pada network. Port yang akan diblok atau diizinkan mem-forward frame akan selalu “ditinjau” dari “sudut pandang” root bridge
- Designated port merupakan port yang memiliki cost terendah (bandwidth terbaik) atau yang memiliki MAC address terkecil dan akan ditandai sebagai forwarding port.
- Non-Designated port merupakan port yang memiliki cost lebih besar dibandingkan designated port. Nondesignated port akan diblok untuk mencegah terjadinya traffic loop dan tidak akan menjadi forwarding port.
- Disable port merupakan port yang menjadi disable port karena port ini yang dinon-aktifkan secara administrative, port ini tidak dapat digunakan atau tidak berfungsi dalam proses spanning tree karena port ini dinon-aktifkan.

Pada STP ketika port non-designated diaktifkan atau terjadi perubahan topologi STP maka dapat memakan waktu hingga 30 detik pada jaringan bridge untuk jaringan dilewati kembali. Perubahan yang terjadi proses seperti gambar 1 sebagai berikut :

- Blocking port merupakan port yang diblok. Ketika ada pengalihan akses port pada jaringan maka prosesnya akan menuju ke forwarding mode jika jalur terpakai lainnya gagal.
- Listening proses terjadi karena switch sedang memproses BPDU dan masih menunggu informasi yang mungkin akan menyebabkan kembali blocking state.
- Learning proses merupakan port belum juga menyampaikan paket data, proses learning akan membaca dan mempelajari alamat dari paket yang diterima dan menambahkan ke filtering database.
- Forwarding mempelajari alamat paket yang diterima, maka port akan berubah fungsi menjadi forwarding untuk menerima dan mengirim data dengan normal.
- Disable merupakan port yang apabila seorang administrator jaringan secara manual dapat menonaktifkan port.

Spanning tree protocol menggunakan spanning tree algorithm untuk dapat menentukan port switch yang harus diblokir dan port mana yang harus menjadi jalur utama. Pesan yang akan dikirimkan oleh switch adalah bridge protocol data unit (BPDU) yang berisikan Bridge ID (BID) sebagai sebuah nilai prioritas switch, juga alamat MAC dari switch pengirim, dan sistem ID. Setelah membentuk sebuah root bridge maka spanning tree algorithm akan mulai menghitung jalur terpendek menuju root bridge. Pada setiap switch akan menentukan port mana yang akan diblok. BPDU (*bridge protocol data unit*) menyimpan informasi masing-masing port dari bridge. Protokol ini digunakan sebagai penghubung antara *bridge* dan dimanfaatkan untuk memelihara *spanning tree protocol* supaya tidak mengalami *looping*.

Pada penelitian pertama yang dilakukan Faisal Shahriar dll pada tahun 2018 mengenai Designing a Reliable and Redundant Network for Multiple VLANs with Spanning Tree Protocol (STP) and Fast Hop Redundancy Protocol (FHRP). Perbandingan penelitian yang dilakukan ini membandingkan 3 protocol tercepat dari pada redundancy link diantaranya Hot Standby Router Protocol (HSRP), Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), Gateway Load Balancing Protocol (GLBP) dalam topologi simulasi dengan membandingkan waktu uplink saat menentukan jalur backup, sedangkan penelitian yang akan dilakukan merancang topologi rapid spanning tree protocol sebagai jalur backup ISP dan menanggulangi looping dengan harapan menerapkan redundant link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP), Dalam topologi jaringan rapid spanning tree dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick mikrotik rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access, Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan backup link. Kesimpulan dari penelitian di jurnal ini bahwa protokol redundansi membuat topologi lebih handal dan berlebihan. Dari analisis kinerja FHRP setiap protokol memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Ketika terjadi kegagalan perangkat GLBP bertindak cepat dan konsumsi waktu GLBP hampir sama dengan HSRP. VRRP jika terjadi kegagalan menghabiskan banyak waktu [10].

Pada penelitian kedua yang dilakukan Djumhadi dan Roring pada tahun 2020 mengenai Perancangan dan Implementasi Jaringan Failover Menggunakan Protokol Spanning Tree Pada PT. PLN UP3B Kalimantan Timur. Perbandingan penelitian yang dilakukan ini membuat jalur failover menggunakan media kabel fiber optik dengan spanning tree protocol dengan kondisi keografis yang extreme agar menanggulangi recovery time pada jaringan internet, sedangkan penelitian yang akan dilakukan merancang topologi rapid spanning tree protocol sebagai jalur backup ISP dan menanggulangi looping dengan harapan menerapkan redundant link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP), Dalam topologi jaringan rapid spanning tree dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick mikrotik rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access, Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan backup link. Kesimpulan dari penelitian di jurnal ini adalah implementasi jaringan failover dapat menjaga keandalan sistem jaringan PT PLN UP3B Kaltim ketika terjadi putusnya jaringan backbone utama dan secara otomatis akan melakukan failover pada jalur backup [11].

Pada penelitian ketiga yang dilakukan Abidin pada tahun 2021 mengenai Analisis Performansi Controller POX dan RYU Pada Jaringan Software Defined Network Dengan Protokol Spanning Tree. Perbandingan penelitian yang dilakukan ini menangani performansi controller software defined network antara POX dan RYU, menggunakan protokol spanning tree dengan parameter quality of service, sedangkan penelitian yang akan dilakukan merancang topologi rapid spanning tree protocol sebagai jalur backup ISP dan menanggulangi looping dengan harapan menerapkan redundant link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP), Dalam topologi jaringan rapid spanning tree dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick mikrotik rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access, Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan backup link. Kesimpulan dari penelitian di jurnal ini adalah 1) controller RYU memiliki performa lebih baik dibandingkan controller POX dalam parameter throughput, packet loss, delay, jitter. 2) controller POX dan RYU dengan parameter throughput, semakin tinggi background traffic, maka nilai throughput semakin turun. sedangkan dengan parameter packet loss, delay dan jitter, semakin tinggi background traffic, maka akan semakin tinggi nilai yang dihasilkan dari parameter tersebut [12].

Pada penelitian keempat yang dilakukan Rahman tahun 2020 mengenai An Algorithm for Selection of The Preferable Root Switch for The Spanning Tree Protocol in Computer Networks. Perbandingan penelitian yang dilakukan ini lebih berfokus pada algoritma pemilihan/perhitungan switch yang bertindak sebagai root pada spanning tree protocol dengan referensi 1) jaringan komputer 2) algoritma pemilihan root switch dan 3) matematika diskrit, sedangkan penelitian yang akan dilakukan merancang topologi rapid spanning tree protocol sebagai jalur backup ISP dan menanggulangi looping dengan harapan menerapkan redundant link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP), Dalam topologi jaringan rapid spanning tree dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick mikrotik rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access, Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan backup link. Kesimpulan dari penelitian di jurnal ini menawarkan algoritma khusus untuk pemilihan switch sebagai root dalam spanning tree protocol berdasarkan algoritma Floyd-warshall untuk menghitung jalur terpendek antara semua switch dalam jaringan komputer [13].

Pada penelitian kelima yang dilakukan Biswas dll pada tahun 2022 mengenai A Review on Loops In A Computer Network & Spanning Tree Protocol (STP). Perbandingan penelitian yang dilakukan ini hanya melakukan tinjauan teori tentang spanning tree protocol yang terjadi pada jaringan komputer, sedangkan penelitian

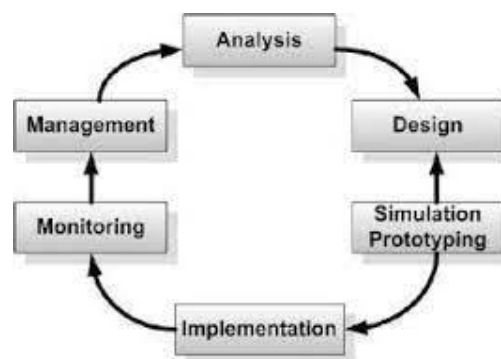
yang akan dilakukan merancang topologi rapid spanning tree protocol sebagai jalur backup ISP dan menanggulangi looping dengan harapan menerapkan redundant link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP). Dalam topologi jaringan rapid spanning tree dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick mikrotik rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access. Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan backup link. Kesimpulan dari penelitian di jurnal ini Spanning Tree Protocol dapat digunakan secara aktif dalam jaringan komputer untuk menghindari looping dengan teknik 1) melakukan forwarding information base updates untuk Jaringan dengan media kabel, 2) pencegahan loop di jaringan MPLS [14].

Pada penelitian keenam yang dilakukan Renwarin dan Radiyah pada tahun 2021 mengenai Implementasi Spanning Tree Protocol (STP) Pada Perancangan Virtual Local Area Network (VLAN) Pada PT Regalindo Sakti Jakarta. Perbandingan penelitian yang dilakukan ini menangani masalah dalam perusahaan yang belum adanya redundancy (jalur alternatif) yang dapat menangani apabila terjadi loop serta mengalami down pada jaringan dan dengan Spanning Tree Protocol memberikan jalur redundan, sedangkan penelitian yang akan dilakukan merancang topologi rapid spanning tree protocol sebagai jalur backup ISP dan menanggulangi looping dengan harapan menerapkan redundant link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer menggunakan rapid spanning tree protocol (RSTP). Dalam topologi jaringan rapid spanning tree dirancang dengan 3 jalur redundan yang terhubung antara switch rb260gs dan switch dgs-108, dengan sebuah router on-stick mikrotik rb750gr3 serta didesain dengan 6 jalur vlan mode access. Dalam melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol melakukan pemutusan link redundansi lalu menggunakan perintah ping pada command prompt untuk menentukan berapa menit melakukan backup link. Kesimpulan dari penelitian di jurnal ini adalah STP bekerja ketika jalur backup diaktifkan akan terjadi perubahan topologi STP, mempermudah bagi administrator untuk melakukan pengelolaan jaringan yang kompleks, manajemen jaringan dapat dijalankan dengan mudah, mengurangi beban traffic sehingga performa menjadi semakin meningkat, penerapan jalur backup STP dapat mencegah terjadinya loop dan broadcast storm [15].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam topologi redundansi link menggunakan rapid spanning tree protocol menggunakan metode NDLC [16] yang menggunakan tahap-tahapan yang dilakukan dalam metodologi penelitian. Model ini mendefinisikan siklus proses pengembangan sistem jaringan komputer sebagai berikut :



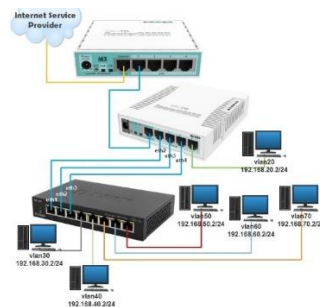
Gambar 2. Metode NDLC

2.2 Analysis

Tahap awal ini melakukan analisis kebutuhan hardware, analisis kebutuhan software, analisis permasalahan, analisis kebutuhan user untuk mendukung penerapan inter-vlan rapid spanning tree protocol (RSTP). Analisis kebutuhan user diantaranya mendesain redundansi link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan. Analisis kebutuhan software yang digunakan antara lain aplikasi winbox, chrome dan command prompt. Analisis kebutuhan hardware yang digunakan antara lain hardware router mikrotik rb750gr3, switch manageable mikrotik rb260gs switch manageable d'link dgs-108, kabel UTP cat5e dan kabel fiber optik.

2.3 Design

Data-data yang didapatkan pada tahap analisis sebelumnya, akan dilakukan desain topologi jaringan, desain layout pengkabelan dan desain pengalamatan IP address yang akan diimplementasi pada tahap selanjutnya dengan tujuan memberikan gambaran yang jelas tentang desain topologi yang akan dibangun. Desain topologi inter-vlan rapid spanning tree protocol (RSTP) terdapat pada Gambar 3 sebagai berikut :

**Gambar 3.** Desain Topologi Jaringan RSTP

Gambar 3 menunjukkan desain topologi jaringan menggunakan mikrotik rb750gr3 sebagai router. Mikrotik rb260gs dan dlink dgs-108 sebagai switch manageable. Mikrotik rb750gr3 yang dimana port1 terhubung langsung ke jaringan internet sedangkan port2 terhubung ke switch manageable mikrotik rb260gs sebagai router on-stick yang melewati vlan20, vlan30, vlan40, vlan50, vlan60 dan vlan70. Dari switch mikrotik port2 port3 port4 dan switch dlink port1 port2 port3 akan diimplementasi dengan rapid spanning tree protocol (RSTP) menggunakan 3 jalur/link redundant serta terdapat 7 VLAN ID dimana vlan10 sebagai mode vlan-trunk sedangkan vlan20, vlan30, vlan40, vlan50, vlan60, vlan70 sebagai mode vlan-access. Mode vlan-access terdapat port5 pada switch mikrotik anggota vlan20, port4 pada switch dlink anggota vlan30, port5 pada switch dlink anggota vlan40, port6 pada switch dlink anggota vlan50, port7 pada switch dlink anggota vlan60, port8 pada switch dlink anggota vlan70.

Desain pengalamatan IP address pada topologi inter-vlan rapid spanning tree protocol (RSTP) terdapat pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Desain Pengalamatan IP Address

Interface	Sub.Interface	IP Address	Subnet Mask
ether1-internet	N/A	192.168.102.140	255.255.255.0
ether2	vlan10-trunk	192.168.10.1	255.255.255.0
	vlan20-port5 mikrotik	192.168.20.1	255.255.255.0
	vlan30-port4 dlink	192.168.30.1	255.255.255.0
	vlan40-port5 dlink	192.168.40.1	255.255.255.0
	vlan50-port6 dlink	192.168.50.1	255.255.255.0
	vlan60-port7 dlink	192.168.60.1	255.255.255.0
	vlan70-port8 dlink	192.168.70.1	255.255.255.0
ether3	N/A	N/A	N/A

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Simulation Prototyping & Implementasi

Simulation prototype merupakan tahap membuat dalam bentuk simulasi dengan menggunakan software dibidang jaringan komputer seperti cisco paket tracer, GNS3 dan lain-lain, hal demikian bertujuan untuk melihat performa awal network yang akan didesain dan sebagai bahan presentasi/sharing dengan tim developer networking, tidak hanya itu tujuan melakukan simulasi untuk menghindari terjadinya kesalahan saat melakukan implementasi inter-vlan rapid spanning tree protocol.

Implementation merupakan tahapan yang sangat menentukan berhasil atau gagalnya project yang akan desain dan melakukan penerapan hasil analisis, desain dan simulasi prototipe jaringan komputer. Pada tahap ini mengimplementasi desain pengalamatan IP address dan topologi inter-vlan rapid spanning tree protocol menggunakan MikroTik rb750gr3. Mikrotik rb260gs, dlink dgs-108. Melakukan konfigurasi pendaftaran tabel untuk ID vlan10, vlan20, vlan30, vlan40, vlan50, vlan60, vlan70 pada switch manageable mikrotik rb260gs sebagai berikut :

VLAN ID	IVL	IGMP Snooping	Port1-trunk	Port2-trunk	Port3-trunk	Port4-trunk	vlan20-ports mik
10	☐	☐	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	not a member
20	☐	☐	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	always strip
30	☐	☐	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	not a member
40	☐	☐	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	not a member
50	☐	☐	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	not a member
60	☐	☐	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	not a member
70	☐	☐	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	not a member

Gambar 4. Pendaftaran Tabel VLAN

Gambar 4 menunjukkan pendaftaran VLAN ID dimana terdapat vlan10 merupakan anggota dari port1-trunk, port2-trunk, port3-trunk, port4-trunk sebagai mode trunk port dengan memilih “add if missing” artinya melakukan tagged pada mode trunk untuk semua anggota vlan. Sedangkan vlan20, vlan30, vlan40, vlan50, vlan60, vlan70 sebagai mode access port dan pada port5 mikrotik memilih “always strip” artinya melakukan untagged pada mode access. Selanjutnya memperlakukan tabel vlan ingress filtering dan egress filtering pada port switch manageable mikrotik rb260gs sebagai berikut :

	Port1-trunk	Port2-trunk	Port3-trunk	Port4-trunk	vlan20-port5 mik
Ingress					
VLAN Mode	enabled	enabled	enabled	enabled	enabled
VLAN Receive	only tagged	only tagged	only tagged	only tagged	only untagged
Default VLAN ID	10	10	10	10	20
Force VLAN ID	☐	☐	☐	☐	☐
Egress					
VLAN Header	add if missing	add if missing	add if missing	add if missing	always strip

Gambar 5. Memperlakukan Tabel VLAN Ingress Filtering dan Egress Filtering

Gambar 5 menunjukkan memperlakukan tabel vlan ingress filtering dan egress filtering pada port switch manageable mikrotik rb260gs. Pada port1-trunk, port2-trunk, port3-trunk, port3-trunk sebagai mode trunk untuk mengalihkan vlan forward policy dengan VLAN Mode memilih “enable”, vlan receive menggunakan “only tagged”, default vlan ID “10” dan vlan header menggunakan “add if missing”. Pada port5-mikrotik sebagai moe access untuk mengalihkan vlan forward policy dengan VLAN Mode memilih “enable”, vlan receive menggunakan “only untagged”, default vlan ID “20” dan vlan header menggunakan “always strip”. Selanjutnya melakukan konfigurasi rapid spanning tree protocol (RSTP) pada switch manageable mikrotik rb260gs sebagai berikut :

	Port1-trunk	Port2-trunk	Port3-trunk	Port4-trunk	vlan20-port5 mik
RSTP	☒	☒	☒	☒	☐
Mode	RSTP	RSTP	RSTP	RSTP	RSTP
Role	designated	root	alternate	alternate	disabled
Root Path Cost		4	4	4	
Type	edge	point-to-point	point-to-point	point-to-point	edge
State	forwarding	forwarding	discarding	discarding	forwarding
General					
Bridge Priority (hex)	8000				
Port Cost Mode	short				
Root Bridge	8000:a4:2a:95:00:7b:70				

Gambar 6. Menu Tab RSTP Pada Switch Mikrotik

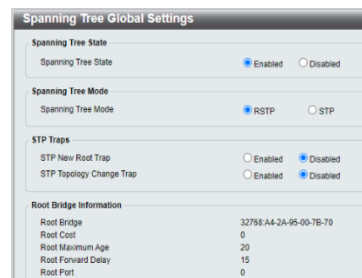
Gambar 6 menunjukkan konfigurasi RSTP pada switch mikrotik dengan centang dikolom RSTP pada port1-trunk, port2-trunk, port3-trunk, port4-trunk untuk mengaktifkan fitur RSTP. Terdapat brigde priority dengan nilai 8000, port cost mode short untuk memilih cost terpendek dan root bridge yang dipilih 8000:a4:2a:95:00:7b:70. Pada kolom role terdapat port2-trunk sebagai root (jalur utama) dan type point-to-point. Pada kolom role terdapat port3-trunk sebagai alternatif dan type point-to-point hal demikian menjadi jalur alternatif ini akan berubah menjadi root apabila jalur utama mengalami putus/down. Pada kolom role terdapat port4-trunk sebagai alternatif dan type point-to-point hal demikian menjadi jalur alternatif ini akan berubah menjadi root apabila jalur utama mengalami putus/down. Jika ketiga port (port2-trunk, port3-trunk, port4-trunk) semuanya aktif akan membuat looping di jaringan komputer. Selanjutnya melakukan konfigurasi pendaftaran tabel untuk ID vlan10, vlan30, vlan40, vlan50, vlan60, vlan70 pada switch manageable dlink dgs-108 sebagai berikut :

VID	VLAN Name	Untagged VLAN Ports	Tagged VLAN Ports
1			
10	10-trunk		eth1, eth2, eth3
30	30-port4	eth4	eth1, eth2, eth3
40	40-port5	eth5	eth1, eth2, eth3
50	50-port6	eth6	eth1, eth2, eth3
60	60-port7	eth7	eth1, eth2, eth3
70	70-port8	eth8	eth1, eth2, eth3

Gambar 7. Pendaftaran Tabel VLAN

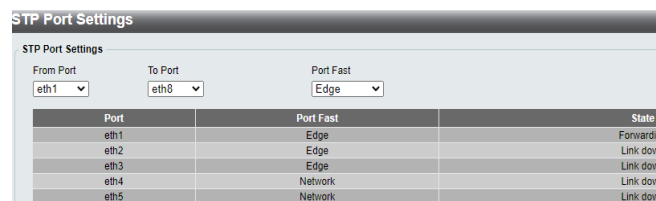
Gambar 7. Menunjukkan pendaftaran VLAN ID dimana terdapat eth1, eth2, eth3 anggota dari vlan10 dengan nama 10-trunk sebagai mode trunk serta masuk tagged vlan port. Terdapat eth4 anggota dari vlan30 dengan

nama 30-port4 sebagai mode access serta masuk untagged vlan port. Terdapat eth5 anggota dari vlan40 dengan nama 40-port5 sebagai mode access serta masuk untagged vlan port. Terdapat eth6 anggota dari vlan50 dengan nama 50-port6 sebagai mode access serta masuk untagged vlan port. Terdapat eth7 anggota dari vlan60 dengan nama 60-port7 sebagai mode access serta masuk untagged vlan port. Terdapat eth8 anggota dari vlan70 dengan nama 70-port8 sebagai mode access serta masuk untagged vlan port. Selanjutnya melakukan konfigurasi rapid spanning tree protocol (RSTP) pada switch manageable dlink sebagai dgs-108 berikut :



Gambar 8. Tab RSTP Pada Switch Dlink

Gambar 8 menunjukkan konfigurasi RSTP pada switch dlink dgs-108 dengan memilih enable pada “spanning tree state” dan memilih RSTP pada “spanning tree mode” untuk mengaktifkan fitur RSTP. Terdapat root bridge information diantaranya root bridge yang dipilih adalah 32768:a4-2a-95-00-7b-70, root cost dengan nilai 0, root maximum age dengan nilai 20, root forward delay dengan nilai 15 dan root port dengan nilai 0. Selanjutnya melakukan konfigurasi STP port pada switch manageable dlink dgs-108 sebagai berikut :



Gambar 9. STP Port Settings

Gambar 9 menunjukkan konfigurasi STP port settings dimana terdapat port eth1 menjadi port edge dan statenya adalah forwarding yang artinya sebagai root (jalur utama). Pada port eth2 menjadi edge dan statenya adalah link down yang artinya menjadi jalur alternatif ini akan berubah menjadi forwarding (root port) jika jalur utama putus/down. Pada port eth3 menjadi edge dan statenya adalah link down yang artinya menjadi jalur alternatif ini akan berubah menjadi forwarding (root port) jika jalur utama putus/down. Jika ketiga port (eth1, eth2, eth3) semuanya aktif akan membuat looping di jaringan komputer. Selanjutnya melakukan konfigurasi sub.interface vlan pada router mikrotik rb750gr3 sebagai berikut :

Name	Type	Tx	Rx	VLAN ID	Interface	Use Service Tag
R vlan10-trunk	VLAN	0 bps	0 bps	10	ether2	yes
R vlan20-port5 mikrotik	VLAN	110.9 kbps	6.8 kbps	20	ether2	no
R vlan30-port4 dlink	VLAN	0 bps	0 bps	30	ether2	no
R vlan40-port5 dlink	VLAN	0 bps	0 bps	40	ether2	no
R vlan50-port6 dlink	VLAN	0 bps	0 bps	50	ether2	no
R vlan60-port7 dlink	VLAN	0 bps	0 bps	60	ether2	no
R vlan70-port8 dlink	VLAN	0 bps	0 bps	70	ether2	no

Gambar 10. Sub.Interface Vlan Pada Router

Gambar 10 menunjukkan sub.interface vlan pada router interface ether2 dengan sub.interface vlan10-trunk sebagai mode trunk dan sub.interface vlan20-port5 mikrotik, sub.interface vlan30-port4 dlink, sub.interface vlan40-port5 dlink, sub.interface vlan50-port6 dlink, sub.interface vlan60-port7 dlink, sub.interface vlan70-port8 dlink sebagai mode access. Selanjutnya melakukan konfigurasi pengalamatan IP address pada router mikrotik rb750gr3 sebagai berikut :

Address	Network	Interface
192.168.10.1/24	192.168.10.0	vlan10-trunk
192.168.20.1/24	192.168.20.0	vlan20-port5 mikrotik
192.168.30.1/24	192.168.30.0	vlan30-port4 dlink
192.168.40.1/24	192.168.40.0	vlan40-port5 dlink
192.168.50.1/24	192.168.50.0	vlan50-port6 dlink
192.168.60.1/24	192.168.60.0	vlan60-port7 dlink
192.168.70.1/24	192.168.70.0	vlan70-port8 dlink
192.168.102.140/24	192.168.102.0	wlan1-internet

Gambar 11. Pengalamatan IP address

Gambar 11 menunjukkan konfigurasi pengalamatan IP address dengan 7 network vlan diantaranya sub.interface vlan10-trunk menggunakan ip address 192.168.10.1/24, sub.interface vlan20-trunk menggunakan ip address 192.168.20.1/24, sub.interface vlan30-trunk menggunakan ip address 192.168.30.1/24, sub.interface vlan40-trunk menggunakan ip address 192.168.40.1/24, sub.interface vlan50-trunk menggunakan ip address 192.168.50.1/24, sub.interface vlan60-trunk menggunakan ip address 192.168.60.1/24 dan sub.interface vlan70-trunk menggunakan ip address 192.168.70.1/24.

3.2 Monitoring

Tahap monitoring merupakan tahap yang penting untuk jaringan dapat berjalan sesuai dengan tujuan awal. Tahap ini melakukan pengujian jaringan inter-vlan rapid spanning tree protocol (RSTP) dengan tahap pertama melakukan pemutusan link redundansi pada ether2 switch mikrotik dan ether1 switch dlink, kemudian tahap kedua melakukan pemutusan link redundansi pada ether3 switch mikrotik dan ether2 switch dlink, lalu yang terakhir mengembalikan ke posisi awal pemutusan link seperti tahap pertama dan tahap kedua. Dalam melakukan pemutusan link tersebut dilakukan juga pengujian menggunakan perintah “ping” pada command prompt secara kontinu selama 20 detik untuk menentukan berapa detik melakukan backup link, setelah itu dilakukan juga penyambungan link yang terputus.

Link	SFP	Forwarding	RSTP	Statistics	Errors	VLAN	VLANs	Hosts	IGMP Groups	SNMP	ACL	System	Upgrade
Per Port													
			Port1-trunk	Port2-trunk	Port3-trunk	Port4-trunk	vlan20-port5 mik						
RSTP			☒	☒	☒	☒	☐						
Mode			RSTP	RSTP	RSTP	RSTP	RSTP						
Role			designated	root	alternate	alternate	disabled						
Root Path Cost			4	4	4	4							
Type			edge	point-to-point	point-to-point	point-to-point	edge						
State			forwarding	forwarding	discarding	discarding	forwarding						

Gambar 12. Kondisi Normal “Belum Pemutusan Link” Pada Switch Mikrotik

Pada gambar 12 menunjukkan kondisi normal “belum melakukan pemutusan link” untuk port2-trunk dengan mode menjadi “RSTP”, role menjadi “root”, state menjadi “forwarding” yang artinya port2-trunk ini sebagai jalur utama tranfer data sedangkan pada port3-trunk dan port4-trunk role menjadi “alternate”, state menjadi “discarding” yang artinya pada port3-trunk dan port4-trunk sebagai jalur alternatif.

STP Port Settings			
STP Port Settings			
From Port	To Port	Port Fast	
eth1	eth8	Edge	
Port	Port Fast	State	
eth1	Edge	Forwarding	
eth2	Edge	Forwarding	
eth3	Edge	Forwarding	
eth4	Network	Forwarding	

Gambar 13. Kondisi Normal “Belum Pemutusan Link” Pada Switch Dlink

Pada gambar 13 menunjukkan kondisi normal “belum melakukan pemutusan link” untuk eth1, eth2 dan eth3 pada port fast menjadi jalur “edge”, state menjadi “forwarding” yang artinya semuanya aktif sebagai jalur utama dan jalur alterlatif.

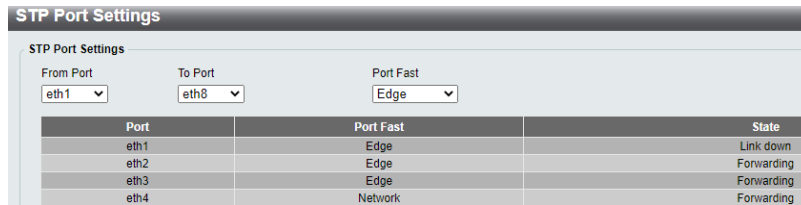
3.2.1 Pengujian Pemutusan Ether2-mikrotik dan Ether1-dlink

Pengujian melakukan pemutusan link redundansi antara ether2-switch-mikrotik dan ether1-switch-dlink sebagai berikut :

MikroTik SwOS													
Link	SFP	Forwarding	RSTP	Statistics	Errors	VLAN	VLANs	Hosts	IGMP Groups	SNMP	ACL	System	Upgrade
Per Port													
			Port1-trunk	Port2-trunk	Port3-trunk	Port4-trunk	vlan20-port5 mik						
RSTP			☒	☒	☒	☒	☐						
Mode			RSTP	RSTP	RSTP	RSTP	RSTP						
Role			designated	designated	root	alternate	disabled						
Root Path Cost					4	4							
Type			edge	point-to-point	point-to-point	point-to-point	edge						
State			forwarding	discarding	forwarding	discarding	forwarding						

Gambar 14. Pemutusan Pada Port2-trunk Mikrotik

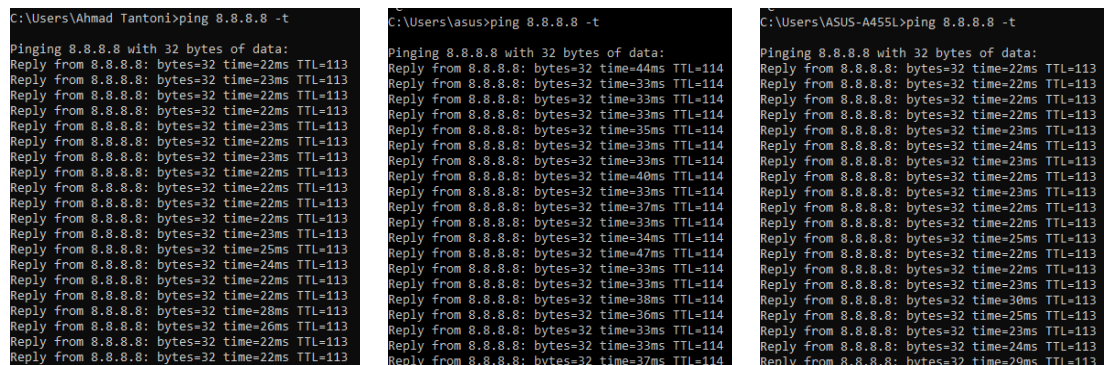
Gambar 14 menunjukkan pemutusan pada port2-trunk dimana pada role menjadi “designated”, state menjadi “discarding” yang artinya jalur terputus. Pada port3-trunk role menjadi “root”, state menjadi “forwarding” yang artinya menjadi jalur utama. Sedangkan pada port4-trunk role menjadi “alternate”, state menjadi “discarding” yang artinya menjadi jalur alternatif.



Port	Port Fast	State
eth1	Edge	Link down
eth2	Edge	Forwarding
eth3	Edge	Forwarding
eth4	Network	Forwarding

Gambar 15. Pemutusan Pada Eth1 Dlink

Gambar 15 menunjukkan pemutusan pada eth1 dlink dimana port fast menjadi “egde”, state menjadi “link down” yang artinya jalur terputus. Sedangkan eth2 dan eth3 dlink dimana port fast menjadi “egde”, state menjadi “forwarding” artinya jalur satu menjadi jalur utara dan jalur 2 menjadi jalur alternatif. Pengujian pemutusan link ether2-switch-mikrotik dan ether1-switch-dlink menggunakan perintah “ping” sebagai berikut :



PC	Command	Result
Uji PC Vlan20	C:\Users\Ahmad Tanton>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=22ms TTL=113
Uji PC Vlan30	C:\Users\asus>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=44ms TTL=114
Uji PC Vlan70	C:\Users\ASUS-A455L>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=22ms TTL=113

Gambar 16. Uji PC Vlan20**Gambar 17.** Uji PC Vlan30**Gambar 18.** Uji PC Vlan70**Tabel 3.** Pengujian Pemutusan Ether2-mikrotik dan Ether1-dlink

waktu	pc-vlan20	pc-vlan30	pc-vlan70
detik 1	22 ms	44 ms	22 ms
detik 2	23 ms	33 ms	22 ms
detik 3	22 ms	33 ms	22 ms
detik 4	22 ms	33 ms	22 ms
detik 5	23 ms	35 ms	23 ms
detik 6	22 ms	33 ms	24 ms
detik 7	23 ms	33 ms	23 ms
detik 8	22 ms	40 ms	22 ms
detik 9	22 ms	33 ms	23 ms
detik 10	22 ms	37 ms	22 ms
detik 11	22 ms	33 ms	22 ms
detik 12	23 ms	34 ms	25 ms
detik 13	25 ms	47 ms	22 ms
detik 14	24 ms	33 ms	22 ms
detik 15	22 ms	33 ms	23 ms
detik 16	22 ms	38 ms	30 ms
detik 17	28 ms	36 ms	25 ms
detik 18	26 ms	33 ms	23 ms
detik 19	22 ms	33 ms	24 ms
detik 20	22 ms	27 ms	29 ms
rata-rata	22,9 ms	35 ms	23,5ms

Dalam Gambar 16 s/d Gambar 18 dan Tabel 3. Menunjukkan hasil pengujian pemutusan link ether2-switch-mikrotik dan ether1-switch-dlink serta menggunakan perintah “ping” pada command prompt secara kontinu selama 20 detik ke server google untuk menentukan berapa detik melakukan backup link, setelah itu dilakukan juga penyambungan link yang terputus. Dilihat dari gambar pengujian pemutusan link tidak terjadi Request Time Out (RTO) yang artinya kecepatan dalam melakukan pencarian jalur backup/alternatif setelah jalur utama terputus sangat baik dan rata-rata setiap pc dalam melakukan ping saat pemenentuan jalur backup/alternatif untuk pc-vlan20 adalah 22,9 ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan30 adalah 35 ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan70 adalah 23,5ms sangat baik menurut tiphon.

3.2.2 Pengujian Pemutusan Ether3-mikrotik dan Ether2-dlink

Pengujian melakukan pemutusan link redundansi antara ether3-switch-mikroitik dan ether2-switch-dlink sebagai berikut :

Per Port	Port1-trunk	Port2-trunk	Port3-trunk	Port4-trunk	vlan20-port5 mik
RSTP	☒	☒	☒	☒	☐
Mode	RSTP	RSTP	RSTP	RSTP	RSTP
Role	designated	designated	designated	root	disabled
Root Path Cost				4	
Type	edge	point-to-point	point-to-point	point-to-point	edge
State	forwarding	discarding	discarding	forwarding	forwarding

Gambar 19. Pemutusan Pada Port2-trunk dan Port3-trunk Mikrotik

Gambar 19 menunjukkan pemutusan pada port2-trunk dan port3-trunk dimana pada role menjadi “designated”, state menjadi “discarding” yang artinya jalur terputus. Sedangkan pada port4-trunk role menjadi “root”, state menjadi “forwarding” yang artinya menjadi jalur utama.

Port	Port Fast	State
eth1	Edge	Link down
eth2	Edge	Link down
eth3	Edge	Forwarding
eth4	Network	Forwarding

Gambar 20. Pemutusan Pada Eth1 Dan Eth2 Dlink

Gambar 20 menunjukkan pemutusan pada eth1 dan eth2 dlink dimana port fast menjadi “egde”, state menjadi “link down” yang artinya jalur terputus. Sedangkan eth3 dlink dimana port fast menjadi “egde”, state menjadi “forwarding” artinya jalur satu menjadi jalur utara dan jalur dua menjadi jalur alternatif. Pengujian pemutusan link ether2-switch-mikroitik, ether3-switch-mikroitik, dan ether1-switch-dlink, ether2-switch-dlink menggunakan perintah “ping” sebagai berikut :

```
C:\Users\Ahmad Tanti>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=23ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=35ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=23ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=25ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=24ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=25ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
```

Gambar 21. Uji PC Vlan20

```
C:\Users\asus>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=23ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=23ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=38ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=24ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=25ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=37ms TTL=113
```

Gambar 22. Uji PC Vlan21

```
C:\Users\asus>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=25ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=24ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=35ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=24ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=23ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=23ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=89ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=205ms TTL=113
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=175ms TTL=113
```

Gambar 23. Uji PC Vlan22

Tabel 4. Pengujian Pemutusan Ether3-mikroitik dan Ether2-dlink

waktu	pc-vlan20	pc-vlan30	pc-vlan70
detik 1	23 ms	23 ms	25 ms
detik 2	22 ms	23 ms	24 ms
detik 3	35 ms	22 ms	22 ms
detik 4	23 ms	22 ms	23 ms
detik 5	22 ms	22 ms	22 ms
detik 6	22 ms	38 ms	35 ms
detik 7	25 ms	24 ms	25 ms
detik 8	22 ms	25 ms	25 ms
detik 9	22 ms	22 ms	22 ms
detik 10	22 ms	24 ms	22 ms
detik 11	22 ms	22 ms	22 ms
detik 12	22 ms	28 ms	25 ms
detik 13	22 ms	23 ms	22 ms
detik 14	22 ms	23 ms	22 ms
detik 15	22 ms	22 ms	23 ms
detik 16	24 ms	22 ms	24 ms

waktu	pc-vlan20	pc-vlan30	pc-vlan70
detik 17	23 ms	22 ms	23 ms
detik 18	22 ms	22 ms	89 ms
detik 19	25 ms	22 ms	205 ms
detik 20	22 ms	37 ms	175 ms
rata-rata	23 ms	24 ms	43,7 ms

Dalam Gambar 21 s/d Gambar 23 dan Tabel 4. Menunjukkan hasil pengujian pemutusan link ether3-switch-mikrotik dan ether2-switch-dlink serta menggunakan perintah “ping” pada command prompt secara kontinu selama 20 detik ke server google untuk menentukan berapa detik melakukan backup link, setelah itu dilakukan juga penyambungan link yang terputus. Dilihat dari gambar pengujian pemutusan link tidak terjadi Request Time Out (RTO) yang artinya kecepatan dalam melakukan pencarian jalur backup/alternatif setelah jalur utama terputus sangat baik dan rata-rata setiap pc dalam melakukan ping saat penentuan jalur backup/alternatif untuk pc-vlan20 adalah 23 ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan30 adalah 24 ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan70 adalah 43,7 ms sangat baik menurut tiphon.

3.3 Management

Management berguna untuk mengatur sistem yang sudah desain dan implemmentasi berjalan dengan baik, serta dapat bertahan lama dari unsur reliability. Pada tahap ini melakukan pemeliharaan dan pengelolaan secara berkala dengan tujuan sistem yang implemmentasi dapat bertahan lama tanpa ada gangguan dengan backup konfigurasi dan log monitoring.

4. KESIMPULAN

Looping network merupakan gangguan jaringan yang terus menerus berputar pada jaringan yang sama, untuk menjaga looping network tidak terjadi implemtasikan spanning tree protocol untuk melakukan backup jalur secara otomatis dan membuat redundansi link jika salah satu jalur bermasalah atau terputus. Rancangan topologi redundansi link untuk keamanan serta mitigasi ketersediaan jaringan komputer digunakan rapid spanning tree protocol (RSTP). Hasil pengujian pemutusan link ether2-switch-mikrotik dan ether1-switch-dlink menggunakan perintah “ping” selama 20 detik ke server google dalam menentukan berapa detik melakukan backup link mendapatkan hasil tidak terjadi Request Time Out (RTO) yang artinya kecepatan dalam melakukan pencarian jalur backup setelah jalur utama terputus sangat baik dan rata-rata waktu setiap pc dalam penentuan jalur backup untuk pc-vlan20 adalah 22,9ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan30 adalah 35ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan70 adalah 23,5ms sangat baik menurut tiphon. Hasil pengujian pemutusan link ether3-switch-mikrotik dan ether2-switch-dlink menggunakan perintah “ping” selama 20 detik ke server google dalam menentukan berapa detik melakukan backup link mendapatkan hasil tidak terjadi Request Time Out (RTO) yang artinya kecepatan dalam melakukan pencarian jalur backup setelah jalur utama terputus sangat baik dan rata-rata waktu setiap pc dalam penentuan jalur backup untuk pc-vlan20 adalah 23ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan30 adalah 24ms sangat baik menurut tiphon, pc-vlan70 adalah 43,7ms sangat baik menurut tiphon.

REFERENCES

- [1] A. T. Haryanto, “Kabar Terkini Jaringan Fiber Optik Jakarta-Singapura yang Putus,” *inet.detik.com*, Feb. 22, 2021. [Online]. Available: <https://inet.detik.com/telecommunication/d-5400427/kabar-terkini-jaringan-fiber-optik-jakarta-singapura-yang-putus>
- [2] P. F. Mayaut and L. Sariwating, “PT. Telkom Maluku aktifkan jalur backup via satelit,” *ambon.antaranews.com*, Ambon, Sep. 27, 2019. Accessed: Jul. 08, 2022. [Online]. Available: <https://ambon.antaranews.com/berita/67676/pt-telkom-maluku-aktifkan-jalur-backup-via-satelit>
- [3] Citraweb, “Fitur Baru - Loop Protect,” *citraweb.com*, 2016. [https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=228#:~:text=Loop pada jaringan terjadi karena,data pada kedua switch tersebut. \(accessed Jul. 07, 2022\).](https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=228#:~:text=Loop pada jaringan terjadi karena,data pada kedua switch tersebut. (accessed Jul. 07, 2022).)
- [4] Citraweb, “Bridge Looping,” *citraweb.com*, 2016. [https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=226 \(accessed Jul. 07, 2022\).](https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=226 (accessed Jul. 07, 2022).)
- [5] TR 101 329 V2.1.1., “Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON),” in *General Aspects of QoS*, 1999.
- [6] B. A. Forouzan, *Data Communications and Networking*. New York: McGraw-Hill, 2013.
- [7] J. A, *Packet Tracer Network Simulator*. Birmingham-Mumbai: Packt Publishing Enterprise, 2014.
- [8] I. Sofana, *CISCO CCNA dan Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika, 2010.
- [9] I. Sofana, *Cisco CCNP & Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika, 2012.
- [10] F. Shahriar, M. S. Newaz, S. Z. Rashid, M. A. Rahman, and M. F. Rahman, “Designing a Reliable and Redundant Network for Multiple VLANs with Spanning Tree Protocol (STP) and Fast Hop Redundancy Protocol (FHRP),” *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 2018, no. September, pp. 534–540, 2018, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/337220955_Designing_a_reliable_and_redundant_network_for_multiple_VLANs_with_Spanning_Tree_Protocol_STP_and_Fast_Hop_Redundancy_Protocol_FHRP
- [11] Djumhadi and R. S. Roring, “Perancangan Dan Implementasi Jaringan Failover Menggunakan Protokol Spanning Tree

- Pada PT. PLN UP3B Kalimantan Timur,” *J. Ilm. Matrik*, vol. 22, no. 3, pp. 249–256, 2020, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v22i3.1120.
- [12] N. Z. Abidin, “Analisis Performansi Controller POX Dan RYU Pada Jaringan Software Defined Network Dengan Protokol Spanning Tree,” Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2021. [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/56384>
- [13] P. A. Rahman, “An Algorithm for Selection of The Preferable Root Switch for The Spanning Tree Protocol in Computer Networks,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1661, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1661/1/012010.
- [14] A. Biswas, S. R. Mondal, and C. Biswas, “A Review On Loops In A Computer Network & Spanning Tree Protocol (STP),” *Int. Res. J. Mod. Eng. Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 612–615, 2022, [Online]. Available: https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper//issue_2_february_2022/19020/final/fin_irjmets1644570037.pdf
- [15] V. M. J. Renwarin and U. Radiyah, “Implementasi Spanning Tree Protocol (STP) Pada Perancangan Virtual Local Area Network (VLAN) Pada PT Regalindo Sakti Jakarta,” *J. JI-Tech*, vol. 17, no. 1, pp. 6–11, 2021, [Online]. Available: <https://jitech.i-tech.ac.id/index.php/jitech/article/view/179>
- [16] J. E. Goldman and P. T. Rawles, *Applied Data Communications, A business-Oriented Approach*, Third Edit. John Wiley & Sons, 2000.