

PERANCANGAN *REDUNDANCY LINK* DAN *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN METODE *ETHERCHANNEL LACP* DENGAN *INTERVLAN ROUTING*

Alfin Syaifudin¹⁾, Moh. Iwan Wahyuddin²⁾, Sari Ningsih³⁾

^{1,2,3}Informatika, Universitas Nasional

^{1,2,3}Jalan Sawo Manila, Pasar Minggu, Kota Jakarta Selatan, 12520

Email: ¹alfinsimulasi@gmail.com, ²iwan_wyd@yahoo.com, ³sariningsih.lectures@yahoo.com

Abstract

The significant increase in the number of network users now needs to be balanced with LAN network infrastructure that has a good level of availability and reliability so that network connectivity is maintained. Connectivity on a LAN network can be disrupted due to problems that arise when the network is used, such as when the twisted pair network cable used is damaged and there is a buildup of network workload on one path. These problems can be overcome by applying one of the technologies on the LAN network, EtherChannel technology, in which this study applies EtherChannel LACP type technology as a redundancy link and load balancing design so that the network schema created an alternative path / redundancy and a network workload balancer system. The use of interVLAN routing type SVI (Switch Virtual Interface) makes VLANs on the network can be connected to each other through virtual interfaces, so that the routing process continues even though one of the links used is damaged and can support the performance of the implementation of EtherChannel technology. From the application of this technology, LAN network problems can be resolved and an increase in network availability and a small risk of overload with good network performance is the condition of 30, 40 and 50 PCs each with an average packet loss value of less than 1% and a delay of no more than 150 ms.

Keywords: EtherChannel, interVLAN routing, load balancing, redundancy link, SVI

Abstrak

Peningkatan jumlah pengguna jaringan yang signifikan saat ini, perlu diimbangi dengan infrastruktur jaringan LAN yang memiliki tingkat ketersediaan dan keandalan yang baik agar konektivitas jaringan tetap terjaga. Konektivitas pada jaringan LAN dapat terganggu akibat masalah yang muncul saat jaringan digunakan, seperti ketika kabel jaringan berjenis twisted pair yang digunakan mengalami kerusakan dan terjadi penumpukan beban kerja jaringan pada satu jalur. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menerapkan salah satu teknologi pada jaringan LAN yaitu teknologi EtherChannel, di mana pada penelitian ini menerapkan teknologi EtherChannel tipe LACP sebagai rancangan redundancy link dan load balancing sehingga pada skema jaringan yang dibuat terdapat jalur alternatif/redundansi dan sistem penyeimbang beban kerja jaringan. Penggunaan interVLAN routing tipe SVI (Switch Virtual Interface) membuat antar VLAN pada jaringan dapat saling terhubung melalui virtual interface, sehingga proses routing tetap berjalan walaupun salah satu link yang digunakan mengalami kerusakan serta dapat mendukung kinerja dari penerapan teknologi EtherChannel tersebut. Dari penerapan teknologi tersebut, permasalahan jaringan LAN dapat teratasi dan didapatkan peningkatan ketersediaan jaringan serta kecilnya resiko overload dengan performa jaringan yang baik yaitu pada kondisi 30, 40 dan 50 PC tiap rata-rata nilai packet loss kurang dari 1% dan delay tidak lebih dari 150 ms.

Kata Kunci: EtherChannel, interVLAN routing, load balancing, redundancy link, SVI

1. Pendahuluan

Pada suatu organisasi, kantor ataupun perusahaan dibutuhkan infrastruktur jaringan yang dapat menyediakan kebutuhan dari para pengguna dan memiliki keandalan dalam menangani beban kerja jaringan yang ada. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu skema jaringan berkualitas yang memiliki ketersediaan yang tinggi (*high availability*) dan keandalan yang tinggi (*high reliability*) dalam implementasinya [1].

Konektivitas pada jaringan LAN dapat terganggu akibat permasalahan yang muncul saat jaringan

digunakan, salah satunya ialah ketika peningkatan jumlah pengguna yang signifikan, namun melebihi batas kapasitas *bandwidth* yang tersedia. Hal tersebut dapat mengakibatkan *overload* pada jalur jaringan dan menurunkan performansi jaringan itu sendiri [2].

Permasalahan juga dapat terjadi ketika gangguan fisik pada kabel jaringan LAN (*Local Area Network*) berjenis *twisted pair* yang digunakan mengalami kerusakan. Sehingga pengguna jaringan tidak dapat terkoneksi dengan *public network* maupun *local network* secara optimal yang mana dapat mengganggu proses kinerja dari instansi itu sendiri [3].

Dalam mengatasi permasalahan yang muncul, beberapa penelitian sebelumnya menerapkan perancangan *redundancy link* dan *load balancing* pada jaringan LAN menggunakan metode *EtherChannel*. *Redundancy link* ialah suatu jalur jaringan alternatif yang digunakan untuk meningkatkan ketersediaan jaringan, sehingga saat suatu jaringan memiliki jalur (*link*) yang terputus, maka terdapat jalur lain yang bisa dilewati untuk pengiriman data tanpa mempengaruhi konektivitas jaringan tersebut [4].

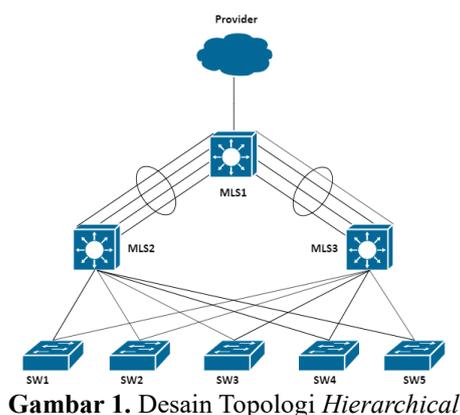
Load balancing merupakan sistem yang digunakan untuk mendistribusikan atau menyeimbangkan beban *traffic* pada dua atau lebih jalur jaringan, sehingga dapat mencegah terjadinya penumpukan beban *traffic* pada satu jalur jaringan (*overload*) dan *traffic* tetap dapat berjalan dengan optimal [5].

Pada penelitian ini akan menerapkan teknologi *EtherChannel* tipe LACP (*Link Aggregation Control Protocol*) sebagai *redundancy link* dan *load balancing* yang ditujukan untuk mencegah keterlambatan pengiriman data saat kondisi *down* karena salah satu jalur jaringan terputus serta mencegah terjadinya *overload* karena beban kerja jaringan menumpuk pada satu jalur saja. Selain itu teknologi tersebut juga memiliki kelebihan antara lain dapat meningkatkan *bandwidth*, konvergensi yang cepat, *multiple platform*, dan kemudahan dalam manajemen [6].

Penggunaan *InterVLAN routing* tipe SVI (*Switch Virtual Interface*) juga ditujukan untuk menghubungkan antar *network* ataupun VLAN yang berbeda melalui *interface* virtual, sehingga pada *port* fisik tidak perlu diasosiasikan dengan IP *address* untuk *default gateway*. Protokol VTP juga diterapkan untuk memudahkan pengelolaan VLAN pada jaringan LAN agar lebih terorganisir, efisien dan konsistensi *database* VLAN tetap terjaga [7-8].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode teknologi *EtherChannel* LACP dengan *interVLAN routing* dalam perancangan infrastruktur jaringan yang dibuat dan disimulasikan menggunakan aplikasi simulator GNS3.



Desain topologi tersebut merupakan topologi yang akan diterapkan dengan mengimplementasikan teknologi

EtherChannel tipe LACP sebagai rancangan jalur alternatif (*redundancy link*) dan penyeimbang beban kerja dalam jaringan (*load balancing*), serta *interVLAN routing* tipe SVI digunakan untuk menghubungkan antar VLAN atau *network* yang berbeda. Pengelolaan jaringan LAN menggunakan VLAN dengan protokol VTP untuk membagikan informasi *database* VLAN sehingga konsistensi *database* VLAN tetap terjaga.

EtherChannel Tipe LACP

EtherChannel merupakan suatu teknologi yang digunakan pada perangkat jaringan Cisco yaitu mengikat dua atau lebih *physical link* menjadi satu *logical link* dalam satu buah *port group*. Maksimal *port* atau *link* yang dapat diikat untuk tiap *EtherChannel* ialah sebanyak 8 *port*, dengan ketentuan setiap *port* tersebut memiliki konfigurasi *interface* yang sama dalam hal *speed*, *duplex*, dan *trunking encapsulation protocol*.

EtherChannel tipe LACP (*Link Aggregation Control Protocol*) yaitu teknologi *EtherChannel* yang menggunakan protokol *open standard* milik IEEE (802.3ad) dan memiliki kelebihan berupa kemudahan dalam berkolaborasi dengan *environment* yang berbeda. Setiap *interface* perangkat yang akan diikat perlu dikonfigurasi *mode active* atau *passive*. *Interface* yang dikonfigurasi *mode active* akan memulai negosiasi *EtherChannel* dan *interface* *mode passive* akan merespon LACP *request* dari *interface active*.

InterVLAN Routing

InterVLAN routing adalah metode yang digunakan untuk melakukan *routing* antar VLAN atau meneruskan *traffic* antar VLAN yang telah didaftarkan agar bisa saling terkoneksi satu sama lain, walaupun memiliki VLAN ID dan *network* yang berbeda. Pada *interVLAN routing* tipe SVI (*Switch Virtual Interface*) akan dibuat *virtual interface* untuk VLAN sesuai dengan VLAN ID yang telah didaftarkan dan diasosiasikan dengan *default gateway* masing-masing VLAN, sehingga dapat saling terhubung. *InterVLAN routing* tipe SVI dapat meneruskan *packet* melalui *link* lain yang tersedia ketika *link* yang digunakan mengalami kerusakan, sehingga menghasilkan konvergensi yang cepat dan memiliki fleksibilitas yang baik.

VTP (*VLAN Trunking Protocol*)

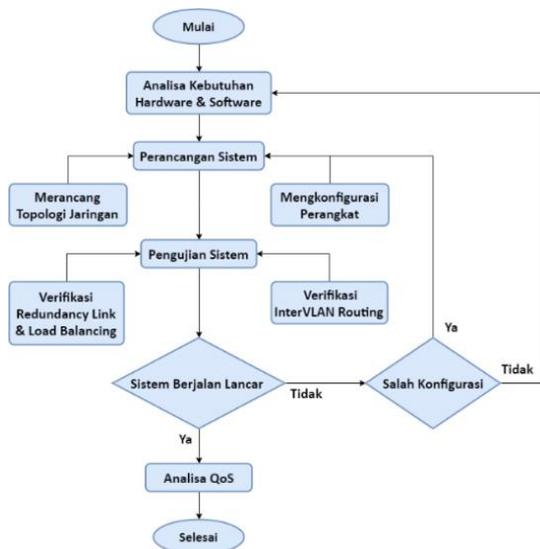
VLAN (*Virtual Local Area Network*) merupakan metode dalam jaringan komputer untuk membuat suatu jaringan yang secara logika berdiri sendiri namun berada pada jaringan LAN yang sama, sehingga dapat terbentuk satu atau lebih VLAN pada sebuah jaringan LAN. Untuk menghindari inkonsistensi data VLAN dan mempermudah dalam pengelolaannya digunakan suatu protokol yang bernama VTP. VTP (*VLAN Trunking Protocol*) adalah protokol milik Cisco yang berperan dalam menyebarkan informasi VLAN pada jaringan LAN. Untuk melakukan

hal tersebut, VTP membawa data VLAN ke semua switch yang terhubung di domain VTP.

Segala konfigurasi perangkat Cisco akan dilakukan melalui CLI (*Command Line Interface*) pada aplikasi terminal *SecureCRT* dan disimulasikan dengan aplikasi GNS3. GNS3 (*Graphical Network Simulator 3*) merupakan aplikasi simulasi jaringan komputer berbasis GUI (*Graphical User Interface*) yang bersifat *open source* dan banyak digunakan para *network engineer* untuk merancang dan menganalisa skema jaringan yang dibuat. GNS3 mampu mensimulasikan jaringan yang kompleks dan memiliki berbagai fitur yang dapat digunakan untuk keperluan *design, testing, training* dan *experimental* dengan menggunakan IOS router dan switch secara *real*.

Flowchart Perancangan Jaringan

Proses perancangan jaringan yang menerapkan *redundancy link* dan *load balancing* mulai dari analisa kebutuhan *hardware* dan *software* hingga analisa QoS dapat dilihat seperti pada gambar *flowchart* berikut.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Jaringan

Berdasarkan *flowchart* yang telah dibuat, tahapan proses perancangan dapat dijelaskan secara ringkas sebagai berikut :

- Menganalisa kebutuhan *hardware* dan *software* yang akan digunakan untuk penelitian.
- Merancang topologi dan mengkonfigurasi setiap perangkat jaringan yang terhubung.
- Melakukan pengujian sistem hasil perancangan jaringan, jika sistem bermasalah dan terdapat kesalahan pada konfigurasi maka kembali ke tahap konfigurasi perangkat, jika bukan pada konfigurasi maka dapat dianalisa kembali dari tahap analisa *software* dan *hardware* yang digunakan.
- Menganalisa QoS pada rancangan jaringan yang dibuat setelah sistem berjalan dengan lancar.

Spesifikasi Software dan Hardware

Pada penelitian ini menggunakan *software* dan *hardware* yang ditujukan untuk melakukan simulasi perancangan jaringan dengan spesifikasi seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Hardware Notebook

No	Hardware
1	CPU Intel i5-8250U 1.60GHz – 3.40GHz
2	VGA NVIDIA GeForce MX150
3	RAM 12 GB DDR4
4	SSD 256 GB
5	HDD 1 TB

Pada tabel 1 telah disebutkan spesifikasi *hardware* yang digunakan dalam penelitian, di mana *hardware* tersebut cukup menghasilkan kinerja yang baik ketika perancangan topologi dan pengkonfigurasi perangkat 3 *multilayer switch*, 5 *switch* dan 50 *PC client*.

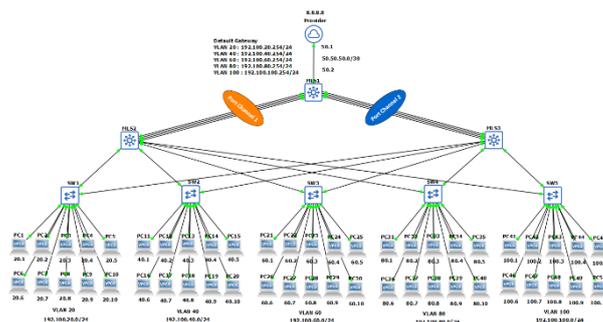
Tabel 2. Spesifikasi Software Notebook

No	Software
1	OS Windows 10 Home 64-bit
2	GNS3 2.2.3
3	VMware Workstation Pro 15.5
4	SecureCRT 8.1.4
5	Cisco IOSvL2 15.2.1
6	Wireshark 3.0.6

Pada tabel 2 telah disebutkan spesifikasi *software* yang mendukung dalam mensimulasikan dan menganalisa perancangan jaringan yang diteliti. Aplikasi GNS3 digunakan untuk melakukan simulasi rancangan jaringan, *VMware Workstation* untuk memvirtualisasi perangkat sehingga memperjelas kinerja pemrosesan, *SecureCRT* berperan sebagai terminal CLI (*Command Line Interface*) untuk pengkonfigurasi perangkat, *Cisco IOSvL2* merupakan IOS (*Internetwork Operating System*) yang digunakan untuk perangkat jaringan dan *Wireshark* berguna untuk meng-*capture traffic* jaringan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada rancangan jaringan akan dianalisa dan dibahas mengenai kinerja *redundancy link* dan *load balancing* serta performansi yang dihasilkan berdasarkan skema jaringan yang telah dibuat.



Gambar 3. Topologi *Hierarchical Redundancy Link* dan *Load Balancing*

Topologi *hierarchical* pada gambar 3 telah memiliki *redundancy link* dan *load balancing* yang menggunakan teknologi *EtherChannel* tipe LACP, sehingga tidak perlu khawatir *packet* mengalami kegagalan dalam proses pengiriman dikarenakan kondisi *link* yang rusak. Teknologi *EtherChannel* akan mencari *link* aktif lainnya dalam *port group* agar *packet* tetap dapat terkirim ke tujuan. Teknologi *EtherChannel* dapat meningkatkan kecepatan koneksi antar *switch* maupun *router* dan menyeimbangkan beban kerja jaringan sesuai jumlah *link* yang diikat sehingga meminimalisir resiko *overload* saat jaringan digunakan.

Penggunaan *interVLAN routing* tipe SVI ditujukan untuk meneruskan *traffic* antar VLAN atau *network* yang berbeda melalui *default gateway* yang telah diasosiasikan pada *virtual interface*. Karena *default gateway* berada pada *virtual interface* maka ketika *link* yang digunakan untuk mengirim *packet* ke *local network* mengalami kondisi *down*, *packet* akan tetap dapat dikirim melalui *link* lain yang tersedia pada *port group EtherChannel*, sehingga ketersediaan jaringan tetap terjaga dan dapat mengoptimalkan kinerja teknologi *EtherChannel* itu sendiri.

Pengujian *EtherChannel* Tipe LACP

Pengujian *redundancy link* dan *load balancing* dilakukan pada tahap ini, dengan melakukan pemutusan *link* ketika proses pengiriman *packet* dilakukan untuk mengetahui apakah *packet* tetap dapat sampai ke tujuan atau tidak. Jumlah *output packets* pada tiap *interface EtherChannel* juga akan dianalisa saat dilakukan proses *flooding* untuk mengetahui kinerja dari *load balancing*. Segala pengujian dan analisa dilakukan sebanyak 30 kali untuk memastikan kinerja perangkat beserta rancangan *redundancy link* dan *load balancing* dapat berjalan dengan optimal.

1. Sebelum Pemutusan 3 *Link EtherChannel*

```

MLS2#show etherchannel summary
Flags: D - down P - bundled in port-channel
I - stand-alone s - suspended
H - Hot-standby (LACP only)
R - Layer3 S - Layer2
U - in use N - not in use, no aggregation
F - failed to allocate aggregator

M - not in use, minimum links not met
m - not in use, port not aggregated due to minimum links not met
u - unsuitable for bundling
w - waiting to be aggregated
d - default port

A - formed by Auto LAG

Number of channel-groups in use: 1
Number of aggregators: 1

Group Port-channel Protocol Ports
-----
1 Po1(SU) LACP Gi0/0(P) Gi0/1(P) Gi0/2(P)
                  Gi0/3(P)
    
```

Gambar 4. Kondisi *Port Group* Pada MLS2 Sebelum 3 *Link EtherChannel* Diputus

Pada gambar 4 dapat dilihat kondisi *Port Group EtherChannel* pada MLS2 (*multilayer switch 2*) yaitu terdapat 4 *link* yang terhubung berstatus P (*bundled in port*) yaitu Gi0/0, Gi0/1, Gi0/2 dan Gi0/3.

```

PC1> ping 8.8.8.8 -c 20
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=254 time=86.064 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=254 time=45.064 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=254 time=41.312 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=254 time=50.609 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=254 time=58.342 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=254 time=76.975 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=254 time=85.612 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=254 time=65.394 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=9 ttl=254 time=58.655 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=10 ttl=254 time=60.417 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=11 ttl=254 time=100.093 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=12 ttl=254 time=53.349 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=13 ttl=254 time=47.625 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=14 ttl=254 time=53.148 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=15 ttl=254 time=49.994 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=16 ttl=254 time=63.071 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=17 ttl=254 time=63.843 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=18 ttl=254 time=72.654 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=19 ttl=254 time=38.973 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=20 ttl=254 time=105.328 ms
    
```

Gambar 5. Kondisi PC *client* Sebelum 3 *Link EtherChannel* Diputus

Pada gambar 5 kondisi PC1 dapat mengirim *packet* secara lancar dengan melakukan *ping* ke *provider* sebanyak 20 kali tanpa terjadi kondisi terputus (*timeout*).

2. Setelah Pemutusan 3 *Link EtherChannel*

```

MLS2#show etherchannel summary
Flags: D - down P - bundled in port-channel
I - stand-alone s - suspended
H - Hot-standby (LACP only)
R - Layer3 S - Layer2
U - in use N - not in use, no aggregation
F - failed to allocate aggregator

M - not in use, minimum links not met
m - not in use, port not aggregated due to minimum links not met
u - unsuitable for bundling
w - waiting to be aggregated
d - default port

A - formed by Auto LAG

Number of channel-groups in use: 1
Number of aggregators: 1

Group Port-channel Protocol Ports
-----
1 Po1(SU) LACP Gi0/0(s) Gi0/1(s) Gi0/2(s)
                  Gi0/3(P)
    
```

Gambar 6. Kondisi *Port Group* Pada MLS2 Setelah 3 *Link EtherChannel* Diputus

Pada gambar 6 dapat dilihat kondisi *Port Group EtherChannel* terdapat 3 *link* yang berstatus s (*suspended*) yaitu Gi0/0, Gi0/1 dan Gi0/2 sebab 3 *link* tersebut telah diputus. Karena pada tiap *Port Group* berisi 4 *link* maka cukup dilakukan pemutusan sebanyak 3 *link* untuk mengetahui kinerja dari 1 *link EtherChannel* yang tersisa. Apabila pemutusan lebih dari 3 *link* maka sistem akan otomatis memindahkan *traffic* jaringan melalui MLS3 (*multilayer switch 3*).

```

PC1> ping 8.8.8.8 -c 20
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=254 time=80.633 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=254 time=113.575 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=254 time=70.286 ms
8.8.8.8: icmp_seq=4 timeout
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=254 time=90.386 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=254 time=119.515 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=254 time=61.720 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=254 time=114.595 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=9 ttl=254 time=53.176 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=10 ttl=254 time=44.948 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=11 ttl=254 time=65.961 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=12 ttl=254 time=58.611 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=13 ttl=254 time=46.619 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=14 ttl=254 time=30.470 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=15 ttl=254 time=69.910 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=16 ttl=254 time=48.694 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=17 ttl=254 time=37.796 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=18 ttl=254 time=37.676 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=19 ttl=254 time=97.764 ms
84 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=20 ttl=254 time=50.713 ms
    
```

Gambar 7. Kondisi PC *client* Setelah 3 *Link* Diputus

Pada gambar 7 ketika PC1 mengirim *packet* dengan melakukan *ping* ke *provider* sempat terjadi kondisi

timeout (jaringan terputus) ketika 3 link telah diputus, namun packet tetap dapat kembali dikirimkan karena masih terdapat 1 link sebagai jalur alternatif (redundancy link) untuk melanjutkan pengiriman packet yang sempat terhenti.

3. Pemberian Beban Kerja (Flooding)

```

MLS2#clear counters
Clear "show interface" counters on all interfaces [confirm]
MLS2#
Nov 21 08:51:53.008: %CLEAR-5-COUNTERS: Clear counter on all
MLS2#show interfaces Gi0/0 | include packets output
1 packets output, 62 bytes, 0 underruns
MLS2#show interfaces Gi0/1 | include packets output
1 packets output, 62 bytes, 0 underruns
MLS2#show interfaces Gi0/2 | include packets output
1 packets output, 62 bytes, 0 underruns
MLS2#show interfaces Gi0/3 | include packets output
2 packets output, 186 bytes, 0 underruns
    
```

Gambar 8. Jumlah Packets Output Pada MLS2 Sebelum Flooding

Pada gambar 8 jumlah packets output pada tiap interface memiliki jumlah yang sedikit yaitu antara 1 dan 2 setelah dilakukan perintah clear counters untuk membersihkan kalkulasi jumlah packets output pada tiap interface.

```

MLS2#show interfaces Gi0/0 | include packets output
420 packets output, 43602 bytes, 0 underruns
MLS2#show interfaces Gi0/1 | include packets output
1018 packets output, 104610 bytes, 0 underruns
MLS2#show interfaces Gi0/2 | include packets output
620 packets output, 63946 bytes, 0 underruns
MLS2#show interfaces Gi0/3 | include packets output
818 packets output, 84572 bytes, 0 underruns
    
```

Gambar 9. Jumlah Packets Output Pada MLS2 Setelah Flooding

Pada gambar 9 jumlah packets output tiap interface meningkat tajam setelah dilakukan flooding dengan mengirim packet sebanyak 300 kali melalui 15 PC client secara bersamaan yaitu PC1-PC5, PC11-PC15 dan PC21-PC25. Pada interface Gi0/0 jumlah packets output sebanyak 420, Gi0/1 jumlah packets output sebanyak 1018, Gi0/2 jumlah packets output sebanyak 620 dan Gi0/3 jumlah packets output sebanyak 818. Hal tersebut menandakan bahwa load balancing telah bekerja karena pengiriman packet saat proses flooding menggunakan semua link EtherChannel.

Pengujian InterVLAN Routing Tipe SVI

```

MLS1#show ip interface brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
GigabitEthernet0/0 unassigned YES unset up up
GigabitEthernet0/1 unassigned YES unset up up
GigabitEthernet0/2 unassigned YES unset up up
GigabitEthernet0/3 unassigned YES unset up up
GigabitEthernet1/0 unassigned YES unset up up
GigabitEthernet1/1 unassigned YES unset up up
GigabitEthernet1/2 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet1/3 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet2/0 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet2/1 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet2/2 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet2/3 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet3/0 50.50.50.2 YES NVRAM up down
GigabitEthernet3/1 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet3/2 unassigned YES unset down down
GigabitEthernet3/3 unassigned YES unset down down
Port-channel1 unassigned YES unset up up
Port-channel2 unassigned YES unset up up
Vlan20 192.100.20.254 YES NVRAM up up
Vlan40 192.100.40.254 YES NVRAM up up
Vlan60 192.100.60.254 YES NVRAM up up
Vlan80 192.100.80.254 YES NVRAM up up
Vlan100 192.100.100.254 YES NVRAM up up
    
```

Gambar 10. VLAN Default Gateway Pada MLS1

Pada gambar 10 setiap interface VLAN pada MLS1 (multilayer switch 1) diasosiasikan dengan IP address sebagai default gateway untuk VLAN 20, 40, 60, 80 dan

100 sehingga kelima VLAN tersebut dapat saling terhubung meskipun memiliki network yang berbeda. Pada interface VLAN 20 memiliki IP address 192.100.20.254, interface VLAN 40 memiliki IP address 192.100.40.254, interface VLAN 60 memiliki IP address 192.100.60.254, interface VLAN 80 memiliki IP address 192.100.80.254 dan interface VLAN 100 memiliki IP address 192.100.100.254.

```

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
I - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, I - LISP
a - application route
+ - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PFR

Gateway of last resort is 50.50.50.1 to network 0.0.0.0

S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 50.50.50.1
C* 50.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   50.50.50.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
   50.50.50.0/24 is directly connected, GigabitEthernet3/0
C* 192.100.20.0/24 is directly connected, Vlan20
   192.100.20.254/32 is directly connected, Vlan20
C* 192.100.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   192.100.40.0/24 is directly connected, Vlan40
   192.100.40.254/32 is directly connected, Vlan40
C* 192.100.60.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   192.100.60.0/24 is directly connected, Vlan60
   192.100.60.254/32 is directly connected, Vlan60
C* 192.100.80.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   192.100.80.0/24 is directly connected, Vlan80
   192.100.80.254/32 is directly connected, Vlan80
C* 192.100.100.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   192.100.100.0/24 is directly connected, Vlan100
   192.100.100.254/32 is directly connected, Vlan100
    
```

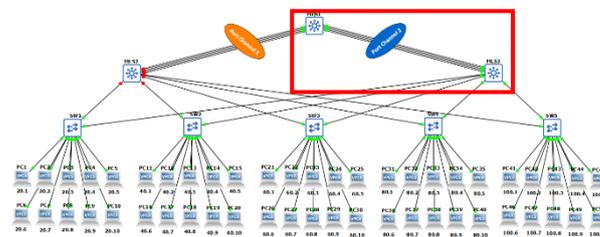
Gambar 11. Routing Table

Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa default gateway untuk setiap VLAN yang diasosiasikan telah terverifikasi sehingga MLS1 dapat meneruskan traffic antar VLAN ketika packet dikirimkan antar local network.

```

PC1> ping 192.100.60.7 -c 20
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=1 ttl=63 time=44.467 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=2 ttl=63 time=40.591 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=3 ttl=63 time=40.611 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=4 ttl=63 time=33.983 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=5 ttl=63 time=36.743 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=6 ttl=63 time=42.082 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=7 ttl=63 time=45.119 ms
192.100.60.7: icmp_seq=8 timeout
192.100.60.7: icmp_seq=9 timeout
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=10 ttl=63 time=41.808 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=11 ttl=63 time=36.037 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=12 ttl=63 time=41.070 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=13 ttl=63 time=28.362 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=14 ttl=63 time=28.383 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=15 ttl=63 time=27.434 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=16 ttl=63 time=38.214 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=17 ttl=63 time=41.371 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=18 ttl=63 time=41.321 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=19 ttl=63 time=66.237 ms
84 bytes from 192.100.60.7: icmp_seq=20 ttl=63 time=35.493 ms
    
```

Gambar 12. Pengujian Koneksi Local Network



Gambar 13. Penonaktifan MLS2

Pada gambar 12 dan 13 dapat dilihat bahwa penonaktifan pada MLS2 ketika PC1 mengirim packet ke PC27 mengakibatkan proses pengiriman sempat terhenti namun dapat kembali terkirim, karena MLS3 dan port channel 2 tersedia untuk meneruskan pengiriman packet tersebut. Dengan penggunaan virtual interface pada interVLAN routing tipe SVI, traffic antar local network tetap terjaga ketersediaannya selama masih ada link lain yang dapat menggantikan link yang mengalami down.

Analisa QoS

Untuk mengetahui performansi dari perancangan jaringan yang dibuat dilakukan analisa QoS (*Quality of Service*) menggunakan *software Wireshark*, dengan 2 parameter yang digunakan untuk pengujian yaitu *packet loss* dan *delay*. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dengan melakukan *ping ke provider*. Kriteria penilaian dianalisa berdasarkan standarisasi ITU-T dengan kriteria *packet loss* dan *delay* seperti tabel berikut.

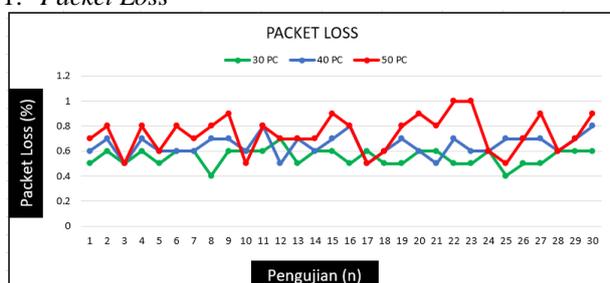
Tabel 3. Standarisasi ITU-T *Packet Loss*

Category	Packet Loss
Good	0 – 1%
Acceptable	1 – 5%
Poor	5 – 10%

Tabel 4. Standarisasi ITU-T *Delay*

Category	Delay
Excellent	< 150 ms
Good	150 – 300 ms
Poor	300 – 450 ms
Unacceptable	> 450 ms

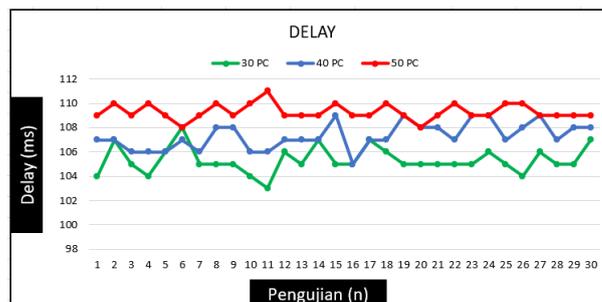
1. *Packet Loss*



Gambar 14. Grafik Hasil Pengujian *Packet Loss*

Ketika pengujian berlangsung dilakukan pemutusan 4 *link EtherChannel* untuk mengetahui nilai *packet loss* yang dihasilkan dari proses konvergensi jaringan. Dari grafik gambar 14 dapat dianalisa pada 30 PC nilai minimum *packet loss* sebesar 0.4%, maksimum sebesar 0.7% dan rata-rata dari total *packet loss* yang dihasilkan sebesar 0.55%. Pada 40 PC nilai minimum *packet loss* sebesar 0.5%, maksimum sebesar 0.8% dan rata-rata dari total *packet loss* yang dihasilkan sebesar 0.65%. Pada 50 PC nilai minimum *packet loss* sebesar 0.5%, maksimum sebesar 1% dan rata-rata dari total *packet loss* yang dihasilkan sebesar 0.74%.

2. *Delay*



Gambar 15. Grafik Hasil Pengujian *Delay*

Pada parameter *delay* juga menggunakan skenario yang sama untuk mengetahui *delay* yang dihasilkan dari proses konvergensi jaringan. Dari grafik gambar 15 dapat diketahui pada 30 PC nilai minimum *delay* sebesar 103 ms, maksimum sebesar 108 ms dan rata-rata dari total *delay* ialah 105.33 ms. Pada 40 PC nilai minimum *delay* sebesar 105 ms, maksimum sebesar 109 ms dan rata-rata dari total *delay* ialah 107.30 ms. Pada 50 PC nilai minimum *delay* sebesar 108 ms, maksimum sebesar 111 ms dan rata-rata dari total *delay* ialah 109.30 ms.

4. Kesimpulan

Kesimpulan

Hasil dari penggunaan teknologi *EtherChannel LACP* dapat meningkatkan ketersediaan jaringan dan mengatasi permasalahan konektivitas jaringan LAN. Terlihat ketika pengujian pemutusan *link* dilakukan, *packet* tetap dapat terkirim dengan cepat dan tanpa perlu penanganan secara manual. Saat proses *flooding* juga didapatkan kinerja penyeimbang beban kerja jaringan yang membuat pengiriman *packet* dari setiap *client* yang berbeda menggunakan semua *link EtherChannel* yang tersedia, sehingga meminimalisir terjadinya penumpukan *traffic* pada 1 jalur atau terjadinya *overload*. Penggunaan *interVLAN routing* tipe SVI juga memudahkan antar VLAN atau *network* yang berbeda dapat saling terhubung melalui *default gateway* pada *virtual interface*.

Dari analisa QoS dapat disimpulkan bahwa perancangan jaringan yang dibuat memiliki performansi yang baik di mana setiap nilai rata-rata *packet loss* kurang dari 1% dan nilai *delay* kurang dari 150 ms pada kondisi 30 PC, 40 PC dan 50 PC. Hal tersebut merujuk pada standarisasi ITU-T bahwa *delay* < 150 ms adalah bagus begitu juga pada *packet loss* 0 – 1%. Semakin banyak jumlah PC yang digunakan maka semakin tinggi juga nilai *packet loss* dan *delay*, sebab *traffic* semakin padat.

Saran

Perancangan *redundancy link* dan *load balancing* dapat dikembangkan dengan skema jaringan yang lebih kompleks dengan dikombinasikan metode lain seperti GLBP (*Gateway Load Balancing Protocol*), serta melakukan penambahan dari segi keamanan seperti menggunakan *port security* dan ACL (*Access Control*

List) untuk membuat pembatasan hak akses dan sistem filtering pada jaringan yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Khaing Khaing Wai, "Network Level Redundancy for Campus LAN," *Int. J. Trend Sci. Res. Dev. Int. J. Trend Sci. Res. Dev.*, vol. 3, no. 5, pp. 1738–1743, 2019.
- [2] I. A. Alimi, "Bandwidth Management and Loop Prevention in Redundant Networks," *Am. J. Mob. Syst. Appl. Serv.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2016.
- [3] W. H. Pamungkas and E. Prayitno, "Perancangan Jaringan Redundancy Link Menggunakan Konsep HSRP dan Etherchannel," *METIK J.*, vol. 2, no. 1, pp. 75–82, 2018.
- [4] K. NUGROHO and M. S. FALLAH, "Implementasi Load Balancing menggunakan Teknologi EtherChannel pada Jaringan LAN," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 3, pp. 420–435, 2018.
- [5] I. Journal and D. In, "Design and Implementation of LACP Protocol in L3 (Layer3) Switch," vol. 5, no. 5, pp. 253–257.
- [6] Z. Amin, "Simulasi Dan Perancangan Keamanan Autentikasi Jaringan Hirarki Link Aggregation Control Protocol (LACP) Berbasis Router Cisco (Studi," vol. 3, no. September, pp. 138–144, 2014.
- [7] P. H. Sutanto, "Perancangan Virtual Local Area Network Berbasis VTP Dan Inter-Vlan Routing," *J. Tek. Komput.*, vol. IV, no. 2, pp. 125–134, 2018.
- [8] N. H. Prasad, B. Amarnath, B. K. Reddy, and M. Puthanial, "Intervlan Routing and Various Configurations on Vlan in a Network using Cisco Packet Tracer," vol. 2, no. 11, pp. 749–758, 2016.