Terakreditasi SINTA Peringkat 4
Surat Keputusan Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Ristek Dikti No. 28/E/KPT/2019
masa berlaku mulai Vol.3 No. 1 tahun 2018 s.d Vol 7 No. 1 tahun 2022

Terbit online pada laman web jurnal:
http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/jointecs

JOINTECS
(Journal of Information Technology and Computer Science)

Vol. 5 No. 2 (2020) 137 - 144 e-ISSN:2541-6448 p-ISSN:2541-3619

Redundancy Link dan *Load Balancing* Menggunakan Metode *EtherChannel* LACP dengan *InterVLAN Routing*

Alfin Syaifudin[1], Mohammad Iwan Wahyuddin[2], Sari Ningsih[3]
Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informasi, Universitas Nasional
[1]alfinsimulasi@gmail.com, [2]iwan_wyd@yahoo.com, [3]sariningsih.lectures@yahoo.com

Abstract

The significant increase in the number of network users at this time needs to be balanced with LAN network infrastructure that has a good level of availability so that network connectivity is maintained. Connectivity on the LAN network is interrupted due to problems that occur when the network is used. These problems can be overcome by implementing EtherChannel LAN, in which this research applies EtherChannel LACP type technology as the design of link redundancy and load balancing on the network schema that is made there is an alternative path / redundancy and a network workload balancing system. The use of interVLAN routing type SVI (Switch Virtual Interface) makes between VLANs on the network to be connected to each other through virtual interfaces, so that the routing process continues even though the link 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 found to increase network availability and the small risk of overload with good network performance, namely in conditions of 30, 40 and 50 PCs per packet loss value of less than 1% and a delay of no more than 150 ms.

Keywords: ether channel; interVLAN routing; load balancing; redundancy link; SVI.

Abstrak

Peningkatan jumlah pengguna jaringan yang signifikan saat ini, perlu diimbangi dengan infrastuktur jaringan LAN yang memiliki tingkat ketersediaan yang baik agar konektivitas jaringan tetap terjaga. Konektivitas pada jaringan LAN terganggu akibat masalah yang muncul saat jaringan digunakan. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menerapkan LAN *EtherChannel*, di mana pada penelitian ini menerapkan teknologi *EtherChannel* tipe LACP sebagai rancangan *redundancy link* dan *load balancing* 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 *link* yang digunakan mengalami kerusakan serta dapat mendukung kinerja dari penerapan teknologi *EtherChannel* tersebut. Dari penerapan teknologi tersebut, permasalahan jaringan LAN dapat 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: *ether channel; interVLAN routing; load balancing; redundancy link;* SVI.

© 2020 Jurnal JOINTECS

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].

Diterima Redaksi : 14-01-2020 | Selesai Revisi : 21-01-2020 | Diterbitkan Online : 30-05-2020

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].

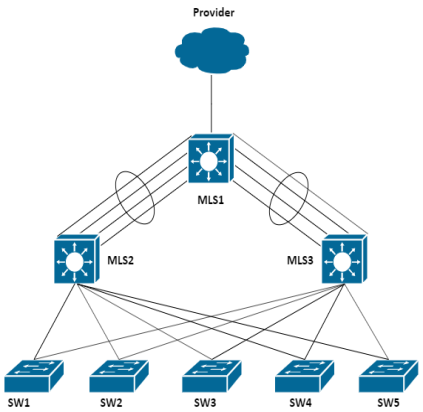
Load balancing merupakan sistem yang digunakan untuk mendistribusikan atau menyeimbangkan beban *traffic* pada dua atau lebih jalur jaringan, sehingga dapat mencegah terjadinya penumpukan beban *traffic* pada satu jalur jaringan (*overload*) dan *traffic* tetap dapat berjalan dengan optimal [5], [6].

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 *bandwitdh*, konvergensi yang cepat, *multiple platform*, dan kemudahan dalam manajemen [7], [8].

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 diasosiakan 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 [9]–[15].

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.



Gambar 1. Desain Topologi *Hierarchical*

Pada Gambar 1 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.

2.1. *EtherChannel* Tipe LACP

EtherChannel merupakan suatu teknologi yang digunakan pada perangkat jaringan *Cisco* yaitu mengikat dua atau lebih *physcial 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*.

2.2. *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 *vitual 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,

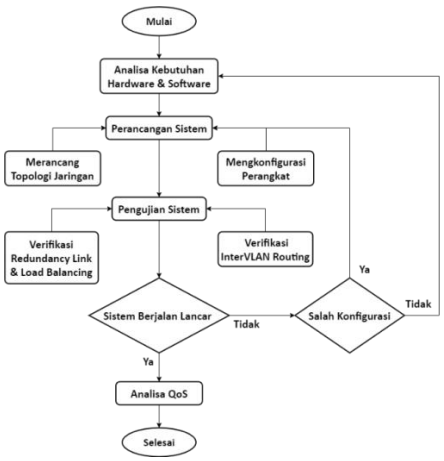
sehingga menghasilkan konvergensi yang cepat dan memiliki fleksibilitas yang baik.

2.3. 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*.

2.4. *Flowchart* Perancangan Jaringan

Proses perancangan jaringan yang menerapkan *redundancy link* dan *load balancing* dapat dilihat pada *flowchart* perancangan jaringan, di mana tahap-tahap yang dilakukan dalam proses tersebut ialah mulai dari tahap analisa kebutuhan *hardware* dan *software*, perancangan sistem, pengujian sistem hingga tahap akhir yaitu analisa QoS. Dengan menganalisa *flowchart* yang ada, maka alur perancangan jaringan akan lebih mudah dipahami dan ketika mengalami kendala saat membuat rancangan jaringan tersebut juga akan lebih mudah dalam menganalisis dan memperbaiki hal-hal yang menjadi kendala ketika dalam proses pengerjaan.



Gambar 2. *Flowchart* Perancangan Jaringan

Berdasarkan *flowchart* perancangan jaringan pada Gambar 2, tahapan proses perancangan dapat dijelaskan secara ringkas sebagai berikut :

1. Menganalisa kebutuhan *hardware* dan *software* yang akan digunakan untuk penelitian dalam merancang jaringan.
2. Merancang topologi yang telah ditentukan dan mengkonfigurasi setiap perangkat jaringan yang terhubung di dalam topologi.
3. Melakukan pengujian sistem hasil perancangan jaringan, jika sistem bermasalah dan terdapat kesalahan pada konfigurasi maka kembali ke tahap konfigurasi perangkat, namun jika bukan pada konfigurasi maka dapat dianalisa kembali dari tahap analisa *hardware* dan *software* yang digunakan.
4. Menganalisa QoS pada rancangan jaringan setelah sistem berjalan dengan lancar untuk mengetahui kualitas performansi rancangan jaringan yang telah dibuat.

2.5. Spesifikasi *Hardware* dan *Software*

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 pengkonfigurasian perangkat 3 *multilayer switch*, 5 *switch* dan 50 PC *client*.

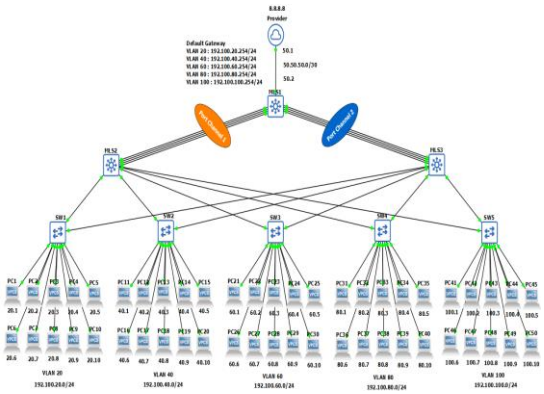
Tabel 2. Spesifikasi *Software Notebook*

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 memperingan kinerja pemrosesan, *SecureCRT* berperan sebagai terminal CLI (*Command Line Interface*) untuk pengkonfigurasian 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 meminimalkan resiko *overload* saat jaringan digunakan.

Penggunaan *interVLAN routing* tipe SVI ditujukan untuk meneruskan *traffic* antar VLAN atau *network* yang berbeda melaui *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.

3.1. 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.

```
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. *Port Group* tersebut berada pada *interface EtherChannel* Po1 (*Port-channel 1*) yang berstatus SU, di mana simbol S yang menandakan bahwa *EtherChannel* yang digunakan bertipe *Layer* 2 dan simbol U menandakan bahwa *EtherChannel* dalam kondisi *in use* atau sedang digunakan di dalam jaringan.

```
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*).

```
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.

```
MLS2#clear counters
Clear "show interface" counters on all interfaces [confirm]
MLS2#
*Nov 21 08:51:51.998: %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
MLS2#
```

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*. *Interface* yang dimaksud adalah Gi0/0, Gi0/1, Gi0/2 dan Gi0/3.

```
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
MLS2#
```

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*.

3.2. 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  up                    up
GigabitEthernet1/3     unassigned      YES unset  up                    up
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                    up
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.

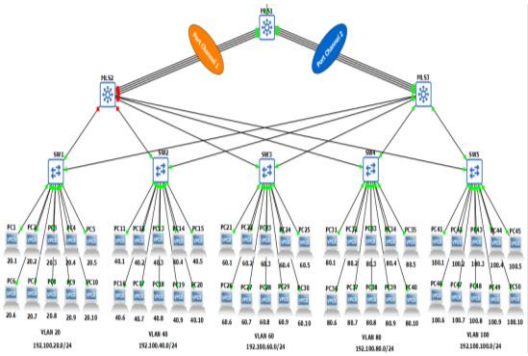
```
MLS1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       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, l - 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
       50.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C         50.50.50.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
L         50.50.50.2/32 is directly connected, GigabitEthernet3/0
       192.100.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C         192.100.20.0/24 is directly connected, Vlan20
L         192.100.20.254/32 is directly connected, Vlan20
       192.100.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C         192.100.40.0/24 is directly connected, Vlan40
L         192.100.40.254/32 is directly connected, Vlan40
       192.100.60.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C         192.100.60.0/24 is directly connected, Vlan60
L         192.100.60.254/32 is directly connected, Vlan60
       192.100.80.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C         192.100.80.0/24 is directly connected, Vlan80
L         192.100.80.254/32 is directly connected, Vlan80
       192.100.100.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C         192.100.100.0/24 is directly connected, Vlan100
L         192.100.100.254/32 is directly connected, Vlan100
MLS1#
```

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 Gambar 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*.

3.3. 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*

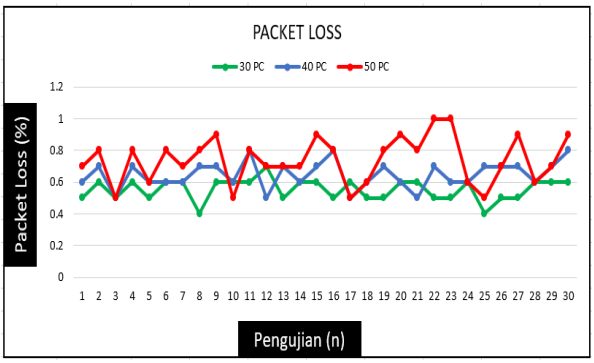
Category	Packet Loss
Good	0 – 1%
Acceptable	1 – 5%
Poor	5 – 10%

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kriteria penilaian *packet loss* dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pada kondisi *packet loss* sebesar 0-1% masuk ke dalam kategori baik, 1-5% pada kategori dapat diterima dan kondisi *packet loss* lebih dari 5% sudah dalam kategori buruk.

Tabel 4. Standarisasi ITU-T *Delay*

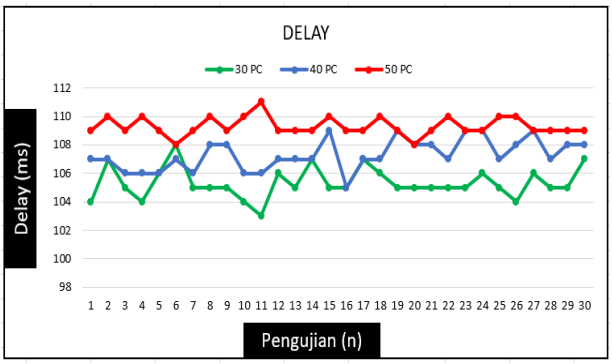
Category	Delay
Excellent	< 150 ms
Good	150 – 300 ms
Poor	300 – 450 ms
Unacceptable	> 450 ms

Pada Tabel 4 kriteria penilaian *delay* dibagi menjadi beberapa bagian untuk analisa QoS, yaitu pada kondisi *delay* kurang dari 150 ms masuk ke dalam kategori sangat baik, *delay* 150 – 300 ms pada kategori baik dan *delay* lebih dari 300 ms sudah dalam kategori buruk.



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%.



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

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 keseimbangan beban kerja jaringan yang membuat pengiriman *packet* dari setiap *client* yang berbeda menggunakan semua *link EtherChannel* yang tersedia, sehingga meminimalkan 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.

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] L. D. Irawati, Y. S. Hariyani, And S. Hadiyoso, "Link Aggregation Control Protocol On Software Defined Network," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, Vol. 7, No. 5, Pp. 2706–2712, 2017.

[5] R. Tulloh, "Analisis Performansi Agregasi Link Dengan Lacp Pada SDN Menggunakan RYU Sebagai Controller," *J. Nas. Tek. Elektro*, Vol. 6, No. 3, Pp. 203–213, 2017.

[6] I. Journal And D. In, "Design And Implementation Of LACP Protocol In L3 (Layer3) Switch," *Int. J. Res. Dev. Technol.*, Vol. 5, No. 5, Pp. 253–257, 2016.

[7] 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.

[8] Y. Tareq Hussein And A. R. Hashim, "Enhancement Load Balance (ELB) Model For Port Ether-Channel Technology," *Qalaai Zanist Sci. J.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 213–226, 2017.

[9] S. Somasundaram And M. Chandran, "A Simulation Based Study On Network Architecture Using Inter-VLAN Routing And Secure Campus Area Network (CAN)," *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, Vol. 6, No. 3, Pp. 111–121, 2018.

[10] O. K. Sulaiman, "Simulasi Perancangan Sistem Jaringan Inter Vlan Routing Di Universitas Negeri Medan," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 92–96, 2017.

[11] C. Journal And F. O. R. Multidisciplinary, "Simulation Of Inter-Vlan Routing Communication," *CIKITUSI J. Multidiscip. Res.*, Vol. 6, No. 4, Pp. 702–715, 2019.

[12] H. D. Fata And W. A. Kusuma, "Implementasi Routing Inter-VLAN Pada Sistem Jaringan Universitas Muhammadiyah Malang," *Techno.Com*, Vol. 17, No. 4, Pp. 377–383, 2018.

[13] 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," *Int. J. Innov. Res. Sci. Technol.*, Vol. 2, No. 11, Pp. 749–758, 2016.

[14] 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.

[15] A. I. Mathew And S. R. B. Prabhu, "A Study On Virtual Local Area Network (VLAN) And Inter-VLAN Routing," *Tech. Res. Organ. INDIA*, Vol. 4, No. 10, Pp. 2393–2395, 2017.

Halaman ini sengaja dikosongkan