

## Analisis Jaringan LAN Menggunakan Teknologi EtherChannel untuk Meningkatkan Performa Jaringan Pada SMK Kartika XX-I Makassar

**<sup>1\*</sup>Fadhlirrahman Baso, <sup>2</sup>Nurul Hanifa A, <sup>3</sup>Andi Shelma Putri Azzahra, <sup>4</sup>Nur Aisyah Mukhtar**

<sup>1234</sup>Universitas Negeri Makassar, Jl. A.P. Pettarani, Kota Makassar, Sulawesi Selatan

Email: fadhlirrahman.baso@unm.ac.id<sup>1</sup>, nurulhanifaa993@gmail.com<sup>2</sup>, andishlmaa@gmail.com<sup>3</sup>, aisyahmukhtar113@gmail.com<sup>4</sup>

### ABSTRAK

Received : 12 Januari 2023

Accepted : 23 Februari 2023

Published : 6 Maret 2023

Sering kita jumpai kualitas jaringan semakin lama semakin menurun yang disebabkan dengan bertambahnya jumlah pengguna yang menggunakan jumlah *bandwidth* yang sama. Turunnya kualitas jaringan tersebut dikarenakan adanya penambahan jumlah pengguna jaringan, dengan terjadinya hal tersebut maka diberikan juga solusi dengan menggunakan konsep untuk memanfaatkan teknologi yang terdapat pada *EtherChannel*. Penggunaan teknologi ini pun juga terdapat dua konsep pilihan yaitu protokol *PagP* (*Port Aggregation Protocol*) dan *LACP* (*Line Aggregation Control Protocol*). Dengan diangkatnya permasalahan ini bertujuan untuk menguji tingkat kualitas jaringan dengan menggunakan protokol *PagP* dan *LACP*. Pengujian ini dilakukan menggunakan konsep *client-server*, yang menggunakan aplikasi server *FTP* sebagai wadah transfer data atau pertukaran data, adapun untuk aplikasi *software VLC* digunakan sebagai layanan *streaming*. Nilai yang dihasilkan oleh protokol *PagP* jauh lebih baik dari *LACP* jika dibandingkan dengan menggunakan layanan *FTP*.

**Kata Kunci:** *PagP, LACP, EtherChannel, Delay, Jitter, Throughput*

### ABSTRACT

*We often encounter network quality decreasing over time due to the increasing number of users using the same amount of bandwidth. The decrease in network quality is due to the increase in the number of network users, with this happening a solution is also provided using the concept of utilizing the technology found in EtherChannel. There are also two options for using this technology, namely the PagP (Port Aggregation Protocol) and LACP (Line Aggregation Control Protocol) protocols. By raising this problem, it aims to test the level of network quality using the PagP and LACP protocols. This test was carried out using the client-server concept, which uses an FTP server application as a container for data transfer or data exchange, while the VLC software application is used as a streaming service. The value generated by the PagP protocol is much better than LACP when compared to using FTP services.*

**Keywords:** *PagP, LACP, EtherChannel, Delay, Jitter, Throughput*

*This is an open access article under the CC BY-SA license*



## 1. PENDAHULUAN

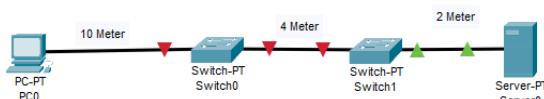
Sering kita jumpai kualitas jaringan semakin lama semakin menurun kualitas jaringannya, hal ini biasanya disebabkan oleh semakin bertambahnya pengguna jaringan *LAN* tersebut dan diperburuk dengan tidak ditambahnya *bandwidth*. Permasalahan di atas dapat diatasi dengan salah satu solusi yaitu menggunakan teknologi *Etherchannel* yang terdapat pada perangkat *switch*.

*EtherChannel* merupakan sebuah teknologi yang diterapkan pada jaringan *switch*, di mana fungsi dari penggunaan teknologi tersebut adalah untuk menggabungkan beberapa jalur fisik menjadi satu jalur secara *logic*. Latar belakang munculnya teknologi *EtherChannel* adalah pada penggunaan jalur *redundant* antara perangkat *switch* yang saling dihubungkan (Nugroho, 2017) Dari penelitian yang telah dilakukan oleh sebelumnya mengenai penggunaan teknologi *EtherChannel*. Kukuh Nugroho (NUGROHO & FALLAH, 2018) melakukan penelitian terhadap penggunaan teknologi *EtherChannel* menguji performansi jaringan yang menerapkan konsep *load balancing* dengan menggunakan protokol *PAgP* dan *LACP*, pengujian dengan menggunakan konsep *client server software* aplikasi *server* yang digunakan adalah *FTP* dan menghasilkan protokol *PaGP* nilai *delay* 45% lebih baik dibanding dengan *LACP*.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Hanadiputra & Subandri, 2018) *VLAN* dapat mengatasi permasalahan *skalabilitas* dan dapat secara *fleksibel* mengatur ulang jaringan *LAN* secara virtual. Terutama pada *VLAN Trunking Protocol* yang dapat meminimalisir banyaknya *mengconfig switch* setiap kali yang melewati jalur *VLAN*-nya. Begitu juga pada *Etherchannel* yang *membundle* link antar *switch*. Pada kenyataannya sebuah jaringan komputer juga membutuhkan sebuah teknologi untuk memenuhi ketersediaan (*availability*) kebutuhan lalu lintas data. Salah satu teknologi yang dapat memenuhi ketersediaan kebutuhan lalu lintas data adalah *VTP* dan *Etherchannel*.

## **2. METODE PENELITIAN**

Adapun metode yang digunakan dalam jurnal ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium, diawali dengan mencari referensi penelitian sebelumnya, tentunya penelitian yang terkait dengan link *aggregation* melalui jurnal. Merancang topologi adalah tahapan selanjutnya, sistem yang diuji adalah konsep link *aggregation* penggabungan jumlah jalur atau link maksimal adalah 8 link (jalur). Jalur *redundant* diartikan sebagai jalur berlebih, artinya digunakan lebih dari satu.



**Gambar 1.** Rancangan Topologi Jaringan

Gambar topologi jaringan di atas menjelaskan tentang *Device* yang digunakan pada proses penelitian. Menggunakan sebanyak dua unit perangkat switch. Menghubungkan antar *server* dan *switch* pertama menggunakan kabel *UTP* cat5 sepanjang 2 meter, sedangkan jarak antar *switch* sepanjang 4 meter, lalu dihubungkan ke komputer *client* menggunakan kabel cat5 sepanjang 10 meter, jadi jika diukur jarak dari komputer *client* ke *Server* adalah 16 meter. Jarak *client* dari *switch* 10 meter adalah jarak terjauh *client* dari *client* yang lain, yang mengakibatkan adanya penurunan kualitas jaringan bisa sebabkan oleh semakin panjangnya jarak kabel yang menghubungkan di antara komputer, dengan panjangnya kabel tersebut akan meningkatnya nilai *delay (latency)*, bisa menyebabkan adanya paket yang hilang (*packet loss*).

Penurunan kualitas jaringan akibat panjangnya kabel penghubung yaitu kabel *UTP* cat5 ini dapat diatasi dengan metode link *aggregation* yaitu penggabungan jalur di antara dua *switch*. Seperti yang terdapat pada gambar di atas, *Switch* yang satu dan dihubungkan dengan *switch* yang lain pada proses di atas jalur penghubungnya dinamakan dengan jalur *trunk*. Dengan digabungkannya beberapa jalur *trunk* dan jalur yang dapat dihubungkan maksimal 8 jalur adalah konsep dari link *aggregation*. Dikarenakan komputer yang terhubung masih pada alamat *network* yang sama dan pada wilayah *broadcast* yang sama pula, maka pertukaran data antar komputer sangat rentan untuk dibaca oleh pengguna lain atau diambil, jadi dari segi keamanannya masih kurang. (Pamungkas Hera & Prayitno, 2018)

Pada penelitian ini perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan adalah di antaranya terdiri dari 2 unit *switch cisco* seri 2950T *catalyst*, kabel yang digunakan sebagai media penghubung komputer ke *switch*, *switch* ke *switch* dan *switch* ke *server* adalah kabel *UTP* cat5a, untuk konfigurasi awal pada *switch* menggunakan media kabel *console*, juga 2 unit *PC* yaitu sebagai *client* dan *server*. Sedangkan *software* atau perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *system* operasi windows 10 64 bit, pada *client* dan *server*, *FileZilla Server* untuk mengaktifkan *Server FTP*, untuk *software* layanan video *streaming* menggunakan *VLC*, untuk konfigurasi *switch* menggunakan *Putty*, dan juga *software* untuk menghitung kualitas jaringan seperti *throughput*, *jitter*, *delay* dan *packet loss*. Cara yang dilakukan untuk menguji kualitas jaringan adalah dengan menggunakan dua layanan yaitu pentransferan file yaitu menggunakan File Transfer Protokol dengan mengaktifkan *FTP Server* serta *VLC* media *player* adalah untuk video *streaming*, juga pengaktifkan *software wireshark* yaitu untuk mengetahui nilai dari kualitas jaringan. Pada saat link *aggregation* diaktifkan jalurnya harus di *trunk*. Konsep protokol yang digunakan bisa *PAgP* dan *LACP*.

## 2.1 Jenis Kualitas Jaringan

Untuk mengetahui kinerja dari jaringan maka dilakukan pengukuran dengan bantuan software *wireshark*. Yang terdiri dari *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*.

### 1) Delay

*Delay* merupakan keterlambatan dalam waktu transmisi data dari pengirim dan penerima, satuan dari *delay* adalah *sekon* (detik). *Software wireshark* akan mencatat semua paket yang melaluinya dalam jaringan. Nilai *Delay* (detik) akan dibandingkan dengan nilai standarisasi *delay* yang dikeluarkan oleh *ITU-T G*.

**Tabel 1.** Standarisasi nilai *delay ITU-T G.144*

Kategori <i>delay</i>	Besar <i>delay</i>
Sangat bagus	< 150 ms
Bagus	150 – 300 ms
Sedang	300 – 450 ms
Tidak bagus	>450 ms

$$\text{Delay rata-rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

Dari table di atas menerangkan bahwa jika nilai *delay* < dari 150 ms maka termasuk dalam kategori Bagus sekali, dan jika nilai *delay*-nya itu antara 150 ms s/d 300 ms maka termasuk dalam kategori Sedang, jika nilai *delay*-nya antara 300 ms s/d 450 ms masuk dalam kategori tidak baik, nilai dari tabel tersebut adalah sebagai bahan acuan penilaian kualitas jaringan.

### 2) Jitter

*Jitter* ialah varian dari *delay*, disebabkan antrian panjang dalam pengelolahan data seperti *delay* pada antrian *switch* dan *router* (Sulaiman, O. K., 2018). Pada tabel 2. merupakan tingkatan *jitter* berdasarkan pandangan *TIPHON* beserta rumus perhitungannya.

**Tabel 2.** Stadarisasi nilai *Jitter ITU-T G.144*

Standar <i>jitter</i>	
Kategori	<i>Jitter</i>
Bagus	0 – 20 ms
Sedang	20 – 50 ms
Buruk	>50 ms

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total paket yang diterima}} - 1$$

### 3) Throughput

*Throughput* adalah *bandwidth* sebenarnya (*actual*) yang diukur dengan satuan waktu tertentu yang digunakan untuk melakukan transfer data dengan ukuran tertentu. Waktu *download* terbaik adalah ukuran file dibagi dengan *bandwidth*. Sedangkan waktu *actual* atau sebenarnya adalah ukuran file dibagi dengan *throughput* (Bobanto, 2014). Jumlah total data yang dikirimkan dibagi dengan total waktu pengiriman adalah *Throughput*.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data yang diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

**Gambar 2.** Rumus Perhitungan *Throughput*

*LACP* dan *PaGP* adalah Protokol yang digunakan, menggunakan dua unit *switch catalys* seri 2950T dengan dihubungkan secara langsung seperti gambar 1. Penggabungan jalur *trunk* yang menghubungkan antar *switch* diimplementasikan dengan teknologi *etherchannel*. Memastikan kecepatan transfer data yang digunakan oleh *interface Ethernet* adalah sama yaitu *FastEthernet* dengan kecepatan 100 Mbps jalur itulah yang akan dijadikan jalur *trunk* dengan jumlah jalur maksimal 8 port. Pastikan juga daerah *VLAN* yang digunakan oleh masing-masing *port* adalah sama.

## 2.2 Konfigurasi LACP

*LACP* adalah singkatan dari *Link Aggregation Control Protocol*, *Link aggregation* juga berguna untuk melipat gandakan *bandwidth* antar *switch* dan membuat *link* cadangan antara dua *switch* tersebut. Sedangkan *Ether channel* berguna untuk menggabungkan beberapa *link* menjadi seolah-olah satu *link* saja dan tidak akan terkena *blocking STP* sehingga seluruh *linknya* dapat digunakan untuk mengirimkan data. Berikut program konfigurasi *LACP*.

```
Switch(config)#interface range fa0/1-3
Switch(config-if-range)#channel-protocol lacp
Switch(config-if-range)#channel-group 2 mode active
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 2|
```

**Gambar 3.** Konfigurasi *LACP*

Agar komunikasi dapat dilakukan dengan berhasil, maka metode yang digunakan adalah metode yang sama pada *port* lawan, baik metode *active* atau *passive*.

## 2.3 Konfigurasi *PagP*

*Port switch* fisik di *PAgP* dapat dikonfigurasi dalam salah satu dari dua mode yang tersedia di *PAgP*:

- Auto* - Secara pasif menunggu *PAgP* terbentuk. Jika *port switch* jarak jauh dikonfigurasi dengan diinginkan maka hanya itu akan membentuk *PAgP EtherChannel*.
- Desirable* - Secara aktif mencoba untuk menegosiasiakan protokol *PAgP* dengan *port switch* jarak jauh. *Port saklar* jarak jauh harus dikonfigurasikan dalam mode Otomatis atau *Desirable* untuk membentuk *PagP* pada *EtherChannel*.

Penggabung *port* pada *switch*, protokol *PAgP* akan melakukan proses komunikasi dengan dengan *port switch* lawan. Proses komunikasi tersebut dilakukan dengan cara mempertukarkan paket antar *switch* dan jenis paket tersebut tergantung dari protokol yang digunakan. Ketika protokol *PAgP* diaktifkan, pilihan berikutnya adalah menentukan mode dari *port switch* tersebut. Pilihan mode yang digunakan ada dua yaitu ‘desirable’ dan ‘auto’. *Port switch* yang diaktifkan mode ‘desirable’ akan aktif dalam mengirimkan paket negoisasi ke perangkat *switch* lawan.

```
Switch(config)#interface range fa0/1-8
Switch(config-if-range)#channel-protocol pagp
Switch(config-if-range)#channel-group 2 mode desirable
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 2|
```

**Gambar 4.** Konfigurasi *PagP*

Selanjutnya adalah melakukan konfigurasi dengan cara mengaktifkan mode *trunk* pada kedua *port switch* yang dimana hasil dari proses penggabungan beberapa port (Sulaiman, 2018).

```
Switch(config)#interface port-channel 2
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#{
```

Gambar 5. Konfigurasi Mode Trunk

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Software wireshark* adalah *software* yang digunakan untuk melakukan proses pengujian sistem yaitu proses perhitungan nilai *delay*, *jitter*, *throughput* dan paket *loss*. Pengujian pada *server* dengan menggunakan File transfer *protocol* dengan menggunakan *software filezilla*, sedangkan untuk pengujian video *streaming* menggunakan *software VLC*.

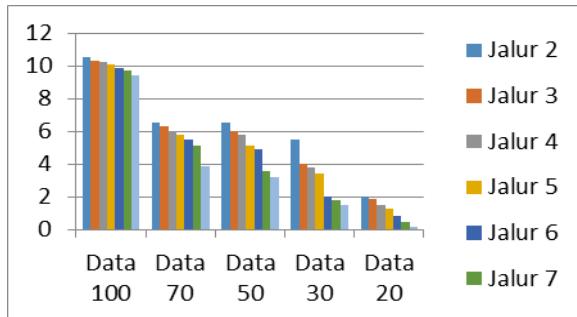
Pada tahap pengujian awal yaitu dengan menjalankan aplikasi transfer file. Ukuran file yang ditransfer sengaja bervariasi mulai dari 100 MB, 20 MB, 70 MB, 30 MB dan 50 MB. Hasil yang didapat dari tahap pengujian itu datanya diolah oleh software microsoft excel dengan menghasilkan kualitas dari jaringan yaitu *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *throughput*. Pada pengujian Video *streaming* proses ukuran file yang digunakan sama seperti pengujian File transfer *protocol* yaitu 100 MB, 20 MB, 70 MB, 30 MB dan 50 MB. *Software* yang digunakan untuk proses pengujian masih sama yaitu *wireshark*, dengan menggunakan perintah “*udp.port==1234*” (Saputro, 2010).

udp.port==1234				
No.	Time	Source	Destination	Protocol
2213	48.543580	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2214	48.547962	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2215	48.547970	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2212	48.543574	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2213	48.543580	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2214	48.547962	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2215	48.547970	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2216	48.547974	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2217	48.547977	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2218	48.547980	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2219	48.547983	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2220	48.548854	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2221	48.549758	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2218	48.547980	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2219	48.547983	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2220	48.548854	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2221	48.549758	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2226	48.553662	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS
2227	48.553665	172.16.0.254	192.168.20.10	MPEG TS

Gambar 6. Filtering *udp.port==1234*.

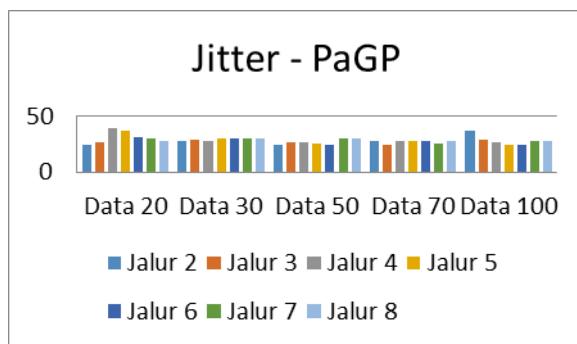
Perintah *udp.port = 1234* akan menghasilkan komunikasi yang hanya dilakukan oleh komputer *server* dan *clientnya*. *Protocol PAgP* dan *LACP* adalah *protocol* yang mengimplementasikan teknologi *etherchannel*. dan *protocol* tersebut akan diujikan pada topologi jaringan SMK KARTIKA XX-I. Pengujian akan dimulai dengan penggabungan 2 jalur, 3 jalur, 4 jalur, 5 jalur, 6 jalur, 7 jalur dan 8 jalur. Dari masing - masing penggabungan jalur tersebut akan terlihat kualitas jaringan yaitu *delay*, *jitter* dan *throughput*. Pengujian dilakukan dengan layanan proses transfer data dan video *streaming* sehingga tercipta kepadatan data yang mengalir.

Topologi jaringan komputer pada SMK KARTIKA XX-I akan diberi beban kepadatan data dengan proses transfer data. Dengan menggunakan *FTP (File Transfer Protocol)*. Di sisi *server* dengan mengaktifkan *software Filezilla Server*, lalu diberikan file dengan ukuran yaitu 100 MB, 20 MB, 70 MB, 30 MB dan 50 MB, yang nantinya file tersebut akan diakses oleh komputer *client*. Dengan topologi jaringan yang sudah diterapkan konsep *link-aggregation* akan diuji kualitas jaringannya. Pengujian kualitas jaringan yang pertama adalah *Delay*. Waktu sampainya file yang ditransfer dari *server* ke *client* akan dihitung. *Client* melakukan proses *download* dengan menggunakan jumlah jalur yang berbeda-beda mulai dari 2 jalur, 3 jalur, 4 jalur, 5 jalur, 6 jalur, 7 jalur dan 8 jalur.



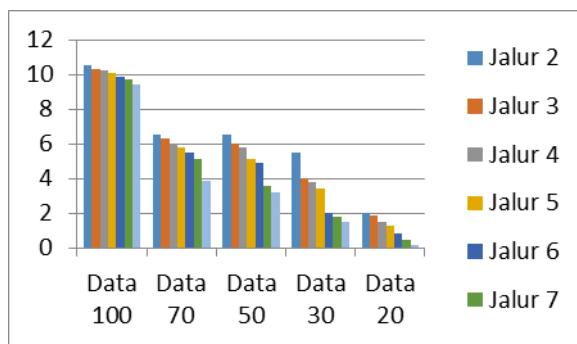
Gambar 7. Delay – PaGP

Dari hasil pengujian *Delay-PagP* dapat dilihat pada gambar di atas, penggabungan data sampai 8 jalur nilai *delay* yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan jalur lainnya. Jadi beban kapadatan data dibagi oleh sejumlah data jalur yang digabungkan.



Gambar 8. Jitter – PagP

Dari hasil pengujian data di atas, didapatkan nilai *jitter relatif* sama walaupun dengan menambah jumlah jalur yang digabung dengan memperbesar ukuran jumlah data. Secara konsep penambahan jumlah jalur, maka nilai *jitter* kemungkinan akan menurun. Dikarenakan adanya penambahan jalur yang mengakibatkan meningkatnya kecepatan proses transfer data. Jadi perubahan ukuran data tidak mempengaruhi nilai *jitter*.

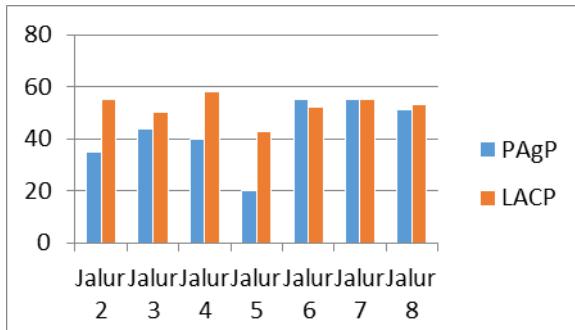


Gambar 9. Delay – LACP

Dari hasil penerapan *LACP* di atas menghasilkan nilai *delay* yang relatif lebih besar dibandingkan dengan nilai penggunaan *protocol PagP*.

### 3.1 Pengujian Video Streaming

Pengujian pada video *streaming* menggunakan *software VLC*, dengan cara data *streaming* diambil dari komputer *server* ke komputer *client*, penggunaan *software wireshark* masih digunakan untuk mengukur nilai *delay*. Pengujian yang dilakukan adalah menggunakan file berukuran 100 Mb. Yang dijalankan dari komputer *server* dan diakses oleh komputer *client*.



**Gambar 9.** Perbandingan *Delay* pada video *streaming*

Pengujian *Delay* pada *protocol LACP* dan *PaGP* untuk layanan Video *streaming* hanya menggunakan Data yang berukuran 100 Mbyte. Pengujian ini menggunakan jalur yang digabungkan mulai dari 2 jalur, 3 jalur, 4 jalur, 5 jalur, 6 jalur, 7 jalur dan 8 jalur. Dari percobaan di atas dapat dilihat adanya batasan optimal penggunaan jumlah jalur. Contohnya gabungan 5 jalur adalah batasan optimal pada penggunaan *protocol PaGP*, dan gabungan 6 jalur adalah batasan optimal pada *protocol LACP*.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *protocol PaGP* dan *LACP* dengan teknologi *EtherChannel* maka didapat hasil bahwa teknologi *EtherChannel* mampu meningkatkan kualitas jaringan jika dilihat dari *Delay*, *Jitter* ataupun *Throughput*. *Protocol PaGP* masih dirasa lebih baik pada layanan *FTP (file transfer protocol)* dilihat dari *Delay*, *Jitter* dan *throughput*. Begitu juga dengan layanan Video *streaming*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *protocol PaGP* dengan menggunakan teknologi *Etherchannel* pada perangkat *switch* dari produk *cisco* itu sangat cocok dan memberikan peningkatan kualitas jaringan. Saran harus adanya mewajibkan dari pemerintah untuk *kompetible* perangkat dan *software* agar tidak didominasi oleh satu produk saja.

#### REFERENSI

- Ariawal, D, Purbo, O.,W. 2016. Simulasi Jaringan Komputer Dengan Packet Tracer. Elex Media Komputindo. Jakarta
- Hanadwiputra, S., & Subandri. (2018). Analisa Dan Implementasi Vtp Dengan Etherchannel Type Lacp. *Kilat*, 7(1), 78–85.
- Huntington, J. (2007). Data Communications and Networking. In *Control Systems for Live Entertainment*.
- NUGROHO, K., & FALLAH, M. S. (2018). Implementasi Load Balancing menggunakan Teknologi EtherChannel pada Jaringan LAN. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(3), 420.
- Nugroho, K. (2017). *Switch & Multilayer Switch Cisco : Implementasi Jaringan Akses* (Pertama). Bandung: Informatika.
- Pamungkas Hera, W., & Prayitno, E. (2018). PERANCANGAN JARINGAN REDUNDANCY LINK MENGGUNAKAN KONSEP HSRP DAN ETHERCHANNEL (Studi Kasus PT. Telkom Area Palangkaraya). *Metik*, 2(1), 75–82.
- Saputro, J. (2010). *Praktikum CCNA (Cisco Certified Network Associate) di Komputer Sendiri menggunakan GNS3* (Pertama). Jakarta: mediakita.
- Steinbacher. MandBredel. M, "LACP Meets OpenFlow –Seamless Link," University of Applied Sciences, KufsteinTirol, Austria.
- Sulaiman, O. K. (2018). *13 Lab Cisco Packet Tracer - Routing and Switching*.
- 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.