

IJCIT

(Indonesian Journal on Computer and Information Technology)

Journal Homepage: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijcit>

Perancangan Jaringan Ethernet Link Dengan Menggunakan Teknologi Link Aggregation Dan Auto Failover

Irfa Idzati Muwajihan¹, Dwiki Jatikusumo²

Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana
Jakarta, Indonesia

e-mail: 41517110153@student.mercubuana.ac.id¹, dwiki.jatikusumo@mercubuana.ac.id²

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telekomunikasi terasa semakin cepat, terutama dengan pesatnya kemajuan teknologi komputer dan informatika. Saat ini, masyarakat sangat membutuhkan jaringan telekomunikasi dengan kualifikasi terbaik (*information super highway*) yang mampu menyalurkan informasi secara cepat. Untuk mendukung kualifikasi terbaik tersebut dan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, jaringan harus didukung dengan *backup link* untuk meminimalisir terjadinya *downtime* dan juga agar jaringan *high availability* dapat terjaga dan terpelihara. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk membuat *backup link* jaringan dengan menggunakan metode *failover* dan *link aggregation*, untuk menjaga kestabilan jaringan dan meminimalisir terjadinya *downtime* akibat gangguan pada jaringan. Hasil dari pengujian, dengan menggunakan metode *failover* sebagai *backup link* jika salah satu *port* atau kabel bermasalah atau mengalami *downtime*, maka *link backup* akan berjalan dengan otomatis menggantikan *primary link* yang bermasalah, sehingga koneksi pada jaringan tidak akan terputus.

Kata kunci: *backup link*, *downtime*, failover, jaringan

ABSTRACTS

The development of telecommunication technology is increasingly fast, especially with the rapid advancement of computer and information technology. Currently, the public is in dire need of a telecommunications network with the best qualifications (information superhighway) capable of transmitting information quickly. To support the best qualifications and to meet customer needs, the network must be supported by a backup link to minimize downtime and also so that a high availability network can be maintained. The purpose of this research is to create a network link backup using the link aggregation method and the failover system, which is expected to maintain network stability and minimize downtime due to network disturbances. The results of the test, using the failover method as a backup link, if one port or cable is problematic or downtime, the backup link will run automatically replacing the problematic primary link, so that the connection on the network will not be lost.

Keywords: *backup link*, *downtime*, *failover*, *network*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi terasa semakin cepat, terutama dengan pesatnya kemajuan teknologi komputer dan informatika.

Saat ini, masyarakat sangat membutuhkan jaringan telekomunikasi dengan kualifikasi terbaik (*information super highway*) yang mampu menyalurkan informasi secara cepat. Untuk mendukung kualifikasi terbaik tersebut



dan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, jaringan harus didukung dengan *backup link* untuk meminimalisir terjadinya *downtime* dan juga agar jaringan *high availability* dapat terjaga dan terpelihara.

Seiring berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi, saat ini penggunaan jaringan komputer menjadi hal yang sangat penting dalam suatu institusi atau perusahaan dengan penggunaan infrastruktur yang memadai tidak menjamin sebuah jaringan akan bagus dan terbebas dari gangguan maupun *downtime*, jika tidak diikuti dengan perhatian terhadap infrastruktur yang ada. Pada kenyataan di lapangan, sering terjadi nya gangguan dan *downtime* yang disebabkan oleh FO (*Fiber Optic cut* akibat pembangunan jalan atau infrastruktur lainnya dan *over bandwidth*. Jika terjadi FO *cut*, maka *link* pelanggan akan mengalami *downtime*. Jika hal ini terjadi, maka ada beberapa cara yang dapat dilakukan, *jumper* FO jika memungkinkan atau *re-route* ke jalur FO lainnya. Namun, tentunya ini memakan waktu yang cukup lama. Dan untuk kendala *over bandwidth*, ini sering kali terjadi dikarenakan kebutuhan akses internet lebih dari kapasitas *bandwidth interface*. Sehingga performa jaringan menjadi tidak stabil dan optimal.

Untuk meminimalisir terjadinya gangguan dan *downtime* pada jaringan internet, koneksi internet harus mempunyai *link backup* untuk menjaga agar *client* tetap bisa terkoneksi dengan internet dan kestabilan *link* tetap terjaga. (Wina & Rifqi, 2020) mengusulkan penggunaan back-up link dengan sistem failover yang dapat dipasang dengan cepat dan mudah diimplementasikan.

Pada penelitian ini, penulis menerapkan metode *link aggregation* dan *failover*. Dengan menggunakan metode *link aggregation*, kita bisa menggabungkan kapasitas *bandwidth* dua *port* atau lebih. Selain itu, *link aggregation* juga memiliki teknologi *failover*. Teknologi *failover* ini berfungsi sebagai *backup link* jika salah satu *port* atau kabel bermasalah atau mengalami *downtime*. Jika terjadi gangguan atau *downtime* pada jaringan, maka *link backup* akan berjalan dengan otomatis menggantikan *main link* yang bermasalah, sehingga koneksi pada jaringan tidak akan terputus. Pada penerapannya digunakan metode *link aggregation* dan *failover* yang akan di konfigurasi pada router.

Failover merupakan kemampuan sebuah sistem dalam hal ini router untuk dapat berpindah jalur akses secara otomatis jika salah satu sistem *down* sehingga menjadi *backup* untuk

sistem yang mengalami *down* (Pambudi & Muslim, 2017). Sistem failover link diterapkan untuk mengatasi jika terjadi gangguan pada jaringan utama (Agustian, 2019). Dalam penelitian (Badrul & Akmaludin, 2019) mengoptimalkan failover sebagai koneksi alternatif jika koneksi pada ISP utama putus. Network gateway auto failover dibuat dengan menggunakan *virtual router redundancy protocol* (VRRP) yang secara otomatis akan mengambil alih disaat router utama bermasalah, sehingga tidak terjadi *downtime* komunikasi (Yamafidro et al., 2020). Auto failover yang berfungsi saat ISP 1 mati menyebabkan koneksi tidak terputus, menandakan *high availability* server router yang baik (Nugroho¹ et al., 2014). (Khasanah & Utami, 2018) menggunakan failover untuk otomatisasi pengalihan jalur ISP dalam rancangan jaringan Wide Area Network (WAN) berbasis VPN yang sebelumnya masih dilakukan secara manual pada saat terjadi putus koneksi.

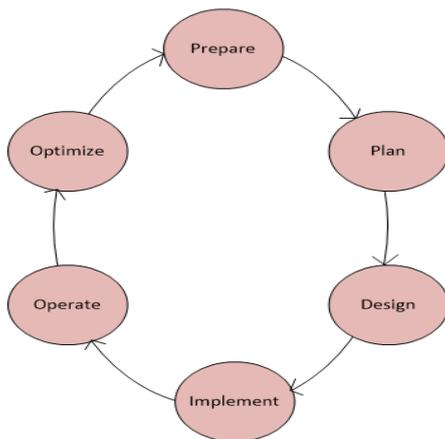
“*Link Aggregation* adalah metode untuk menggabungkan beberapa *link* jaringan fisik ke dalam satu *virtual link* yang berguna untuk meningkatkan kapasitas dan ketersediaan saluran komunikasi antar perangkat, baik switch maupun *end station* seperti server. *Link Aggregation* bisa digunakan untuk mengoptimalkan transfer data lebih cepat dan stabil” (Arifin, 2017). Dalam penelitian (Tulloh, 2017) jaringan yang memanfaatkan konsep link aggregation menghasilkan komunikasi data yang lebih cepat dari sisi throughput, rendahnya jitter yang dihasilkan serta packetloss yang kecil. Menurut (Haryono et al., 2020) untuk meningkatkan lebar kanal dapat menggunakan metode Link Aggregation Control Protocol(LACP).

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk membuat *backup link* jaringan dengan menggunakan metode *link aggregation* dan sistem *failover*, yang diharapkan dapat menjaga kestabilan jaringan dan meminimalisir terjadinya *downtime* akibat gangguan pada jaringan.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode PPDIIO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, and Optimize*) yang mana PPDIIO ini merupakan standar pengembangan siklus hidup pengelolaan jaringan. Pada metode ini terdiri dari beberapa tahap pengembangan jaringan diantaranya, *Prepare* (persiapan), *Plan* (Perencanaan), *Design* (Desain), *Implementation*

(Implementasi), *Operate* (Operasi) dan *Optimize* (Optimasi). Alur PPDIOO dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: (C. Umam, 2019)

Gambar 1. Metode PPDIOO

Penerapan metode PPDIOO pada penelitian ini menghasilkan tahapan sebagai berikut:

a. Prepare

Prepare (persiapan) merupakan tahap untuk menentukan kebutuhan jaringan, mengembangkan strategi jaringan, dan mengusulkan konsep arsitektur untuk mendukung suatu strategi. Pada tahap ini dilakukan persiapan dengan pengecekan infrastruktur serta pengecekan mengenai perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) apa saja yang dibutuhkan.

Tabel 1. Perangkat Keras (*Hardware*)

No	Perangkat	Deskripsi
1	Router Mikrotik	RB1100AH
2	Router Mikrotik	RB941-2nD
3	Laptop	HP, Intel Core i3, RAM 8GB

Tabel 2. Perangkat Lunak (*Software*)

No	Perangkat	Deskripsi
1	Sistem Operasi Router	Winbox v3.28
2	Aplikasi Wireshark	V3.2.3
3	Aplikasi GNS3	V2.2.22

b. Plan

Plan (perencanaan) merupakan tahapan perancangan jaringan berdasarkan tujuan, fasilitas, dan kebutuhan pelanggan. Pada tahap

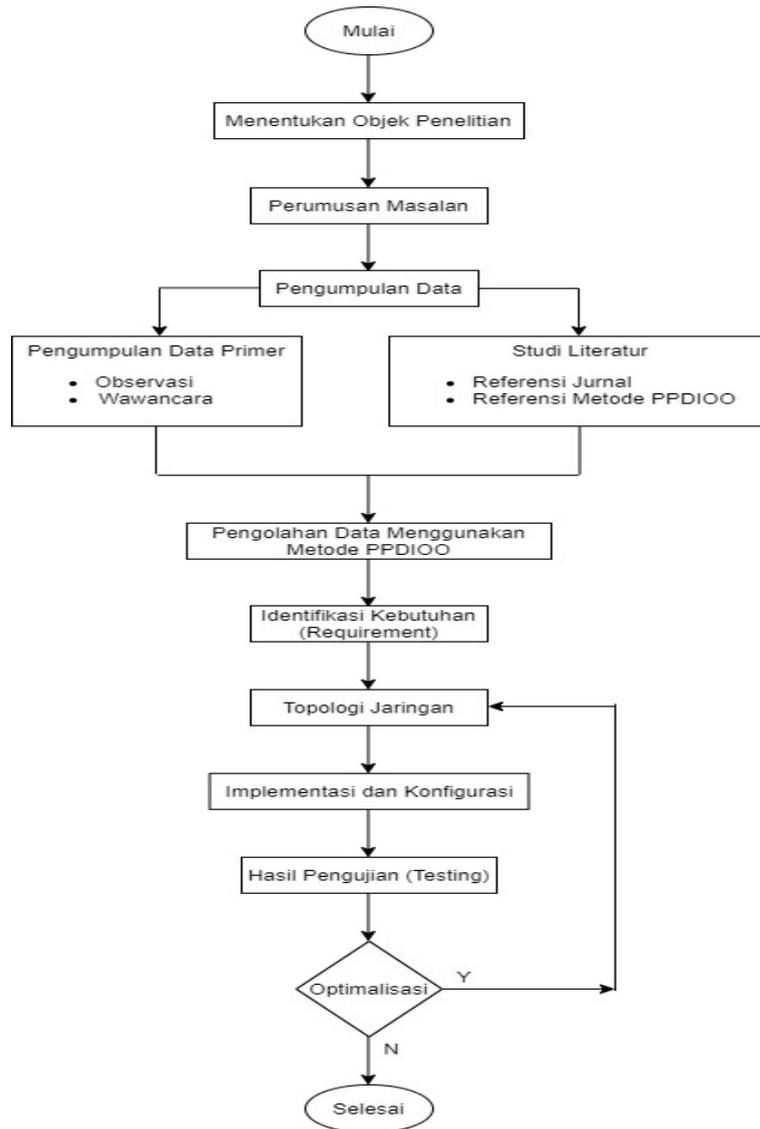
ini mendeskripsikan karakteristik suatu jaringan, yang bertujuan untuk menilai jaringan tersebut. Berikut *flowchart* diagram dari tahapan proses penelitian. Tahapan atau alur dari penelitian ini dimulai dari pengumpulan data dan pengamatan berdasarkan data gangguan dari *log system* sampai tahap implementasi dan pengujian. Pengumpulan data yaitu dilakukan dengan pengamatan berdasarkan data gangguan dari *log system* seberapa sering terjadinya gangguan dan disebabkan oleh apa, sehingga dapat diketahui penyebab gangguan dan solusinya. Dari data *log system* berikut ini, diketahui terdapat gangguan jaringan pada tanggal 21 May 2021. Setelah dilakukan *crosscheck*, gangguan jaringan terjadi akibat adanya *over bandwidth*. Yaitu ketika pemakaian *bandwidth* pelanggan melebihi *bandwidth* atau kapasitas yang tersedia.

c. Design

Pada tahap ini peneliti membuat topologi jaringan berdasarkan persyaratan teknis dan perencanaan yang telah dilakukan. Spesifikasi desain jaringan adalah desain yang bersifat komprehensif dan terperinci, yang memenuhi persyaratan teknis dan bisnis saat ini. Topologi jaringan awal yang diajukan dengan menggunakan metode *link aggregate* dan *failover*. Hasil desain topologi jaringan awal terlihat pada gambar 4.

d. Implementation

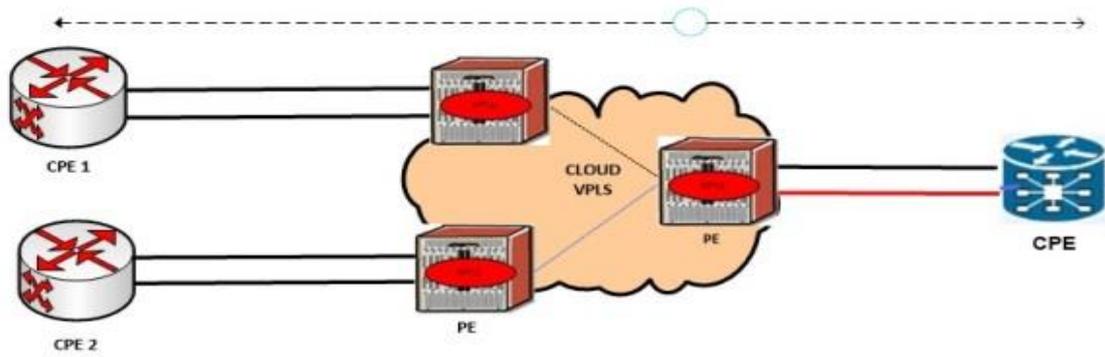
Pada tahap ini dilakukan instalasi dan konfigurasi, sesuai spesifikasi desain yang telah dibuat. Implementasi pada tahap ini mendeskripsikan tentang implementasi di lapangan, *set-up* dan konfigurasi yang digunakan dari desain jaringan yang telah dibuat. Dengan menggunakan metode *link aggregation*, kita bisa menggabungkan kapasitas *bandwidth* dua *port* atau lebih untuk mendapatkan kapasitas *bandwidth* yang lebih besar dan untuk memberikan *redundancy* pada jaringan *Ethernet Link*. Selain itu, *link aggregation* juga memiliki teknologi *failover*. Teknologi *failover* ini berfungsi sebagai *backup link* jika salah satu *port* atau kabel bermasalah atau mengalami *downtime*. Jika terjadi gangguan atau *downtime* pada jaringan, maka *link backup* akan berjalan dengan otomatis menggantikan *main link* yang bermasalah, sehingga koneksi pada jaringan tidak akan terputus.



Gambar 2. Flowchart Tahapan Penelitian



Gambar 3. Data Log Gangguan



Gambar 4. Topologi Jaringan Awal

e. Operate

Pada tahap ini melakukan percobaan penyetelan untuk konfigurasi *link aggregate* dan *failover* yang telah dilakukan. Pengujian *link aggregation* dilakukan pada perangkat router dengan melihat *throughput* yang didapat dari *interface* router Mikrotik 1 dan router Mikrotik 2. Serta pengujian *failover* jika *link* internet mengalami gangguan, maka ISP *backup* akan secara otomatis menggantikan *link* ISP yang *down*. *Troughput* adalah kondisi bandwidth pada saat pengukuran atau kondisi kecepatan aktual pada saat dilakukan pengukuran. Skala penilaian survey dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Skala Penilaian Survey

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (bps)
Sangat Bagus	100
Bagus	75
Sedang	50
Buruk	<25

Sumber: (Arifin, 2017)

f. Optimize

Pada tahap ini memungkinkan untuk memodifikasi desain jaringan, jika terjadi banyak masalah jaringan yang timbul, dan juga meningkatkan performa dan menjaga stabilitas jaringan. Hasil pengujian dari penggabungan *interface* pada perangkat jaringan mikrotik dapat meningkatkan kecepatan data dan jumlah paket yang dapat di lewatkan dengan menggunakan teknik *link aggregation* pada mikrotik. Serta dari hasil pengujian untuk *failover* dapat berfungsi sebagai *backup* sehingga tidak terjadi *downtime* atau kegagalan akses internet saat salah satu *link* ISP mengalami gangguan. Berdasarkan hasil pengujian untuk konfigurasi *link aggregation* dan *failover* berjalan dengan baik, sehingga tidak diperlukan perubahan dalam penerapan metode dalam jaringan ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

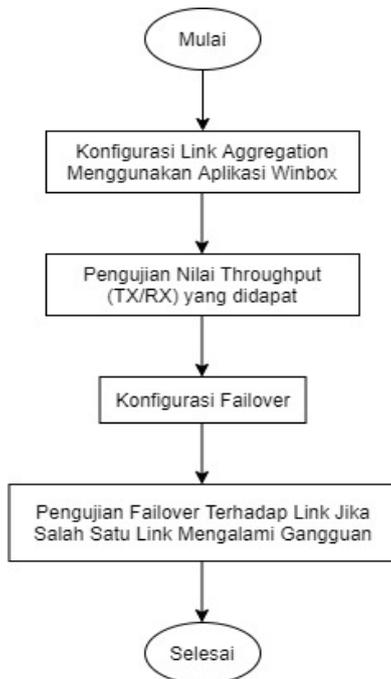
Hasil pengujian dari penggabungan *interface* pada perangkat jaringan mikrotik dapat meningkatkan kecepatan data dan jumlah paket yang dapat di lewatkan dengan menggunakan teknik *link aggregation* pada mikrotik. Dengan menggabungkan *interface Ethernet 2* dan *Ethernet 3* pada perangkat mikrotik 1 dan mikrotik 2, *throughput* dapat meningkat. Serta dari hasil pengujian untuk *failover* pada skenario percobaan jika *link* ISP B mati maka secara otomatis *link* ISP A dapat berfungsi sebagai *backup* sehingga tidak terjadi *downtime* atau kegagalan akses internet saat salah satu *link* ISP mengalami gangguan.

3.2. Pembahasan

Peneliti melakukan konfigurasi *link aggregation* dan *failover* pada 2 buah router Mikrotik mengikuti alur proses tahapan yang tampak pada gambar 5. Pada tahapan ini, peneliti melakukan konfigurasi dan pengujian pada metode *link aggregation* dan *failover*. Proses dimulai dengan melakukan konfigurasi *link aggregation* dengan membuat *virtual link aggregation* dengan menggabungkan *interface Ethernet 2* dan *Ethernet 3* pada Mikrotik 1 dan Mikrotik 2. Selanjutnya, dilakukan pengujian dengan melakukan *bandwidth test* pada Mikrotik 1 untuk menguji seberapa besar *bandwidth* yang dapat dilewatkan pada *virtual link aggregation* yang telah dibuat.

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan konfigurasi *failover*. Pada penerapan teknik *failover* ini, menggunakan parameter "*Check-Gateway*" dan "*Distance*". Proses dimulai dengan melakukan konfigurasi seperti penambahan IP *Address*, DNS, NAT, dan Route. Setelah itu,

menambahkan konfigurasi “*Check-Gateway*” pada ISP A dan “*Distance*” pada ISP B serta melakukan pengujian dengan percobaan skenario jika salah satu ISP mengalami gangguan yang menyebabkan *link* mati. Hasil pengujian, menunjukkan jika ISP B mengalami gangguan, maka secara otomatis *link* akan menggunakan ISP A.



Gambar 5. Flowchart Alur Proses Penelitian

1) Konfigurasi Link Aggregation

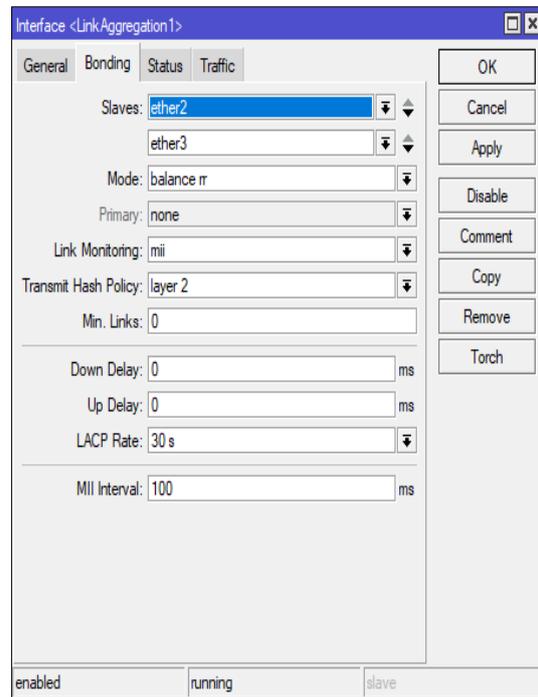
Pada tahapan ini, peneliti melakukan konfigurasi *link aggregation* dengan topologi jaringan implementasi pengujian *link aggregate* seperti terlihat pada gambar 6.



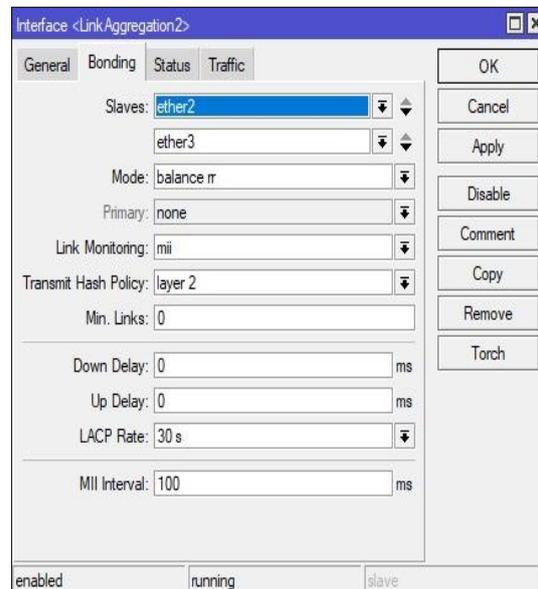
Gambar 6. Topologi Implementasi Pengujian Link Aggregation

Pada penelitian ini menggunakan 2 *ethernet interface* yang di gabungkan menjadi sebuah *virtual interface* untuk mendapatkan data *rate* atau *bandwidth* maksimum. Berikut langkah-langkah melakukan konfigurasi *link aggregation* pada perangkat Mikrotik.

- a. Buat *interface* yang akan di-agregasi pada masing-masing router (Mikrotik 1 dan Mikrotik 2).

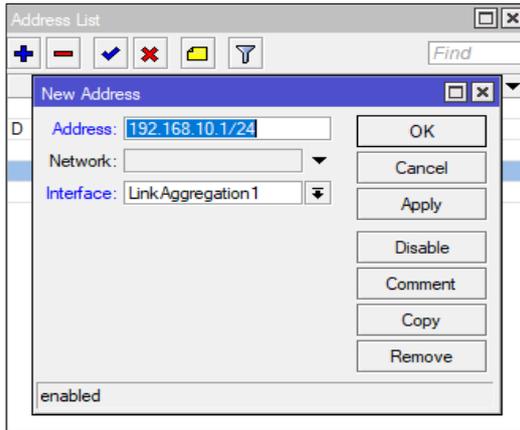


Gambar 7. Interface Mikrotik 1

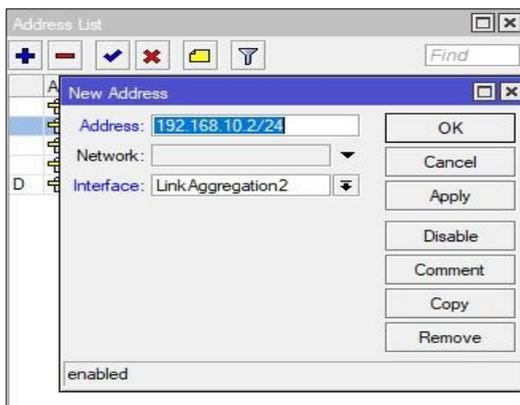


Gambar 8. Interface Mikrotik 2

- b. Tambahkan IP Address di *interface* pada masing-masing router. Untuk router Mikrotik 1 menggunakan IP Address 192.168.10.1 dan IP Address 192.168.10.2 untuk Mikrotik 2.

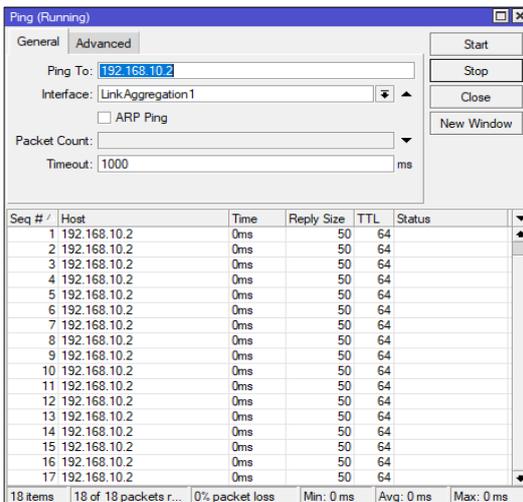


Gambar 9. IP Address Mikrotik 1



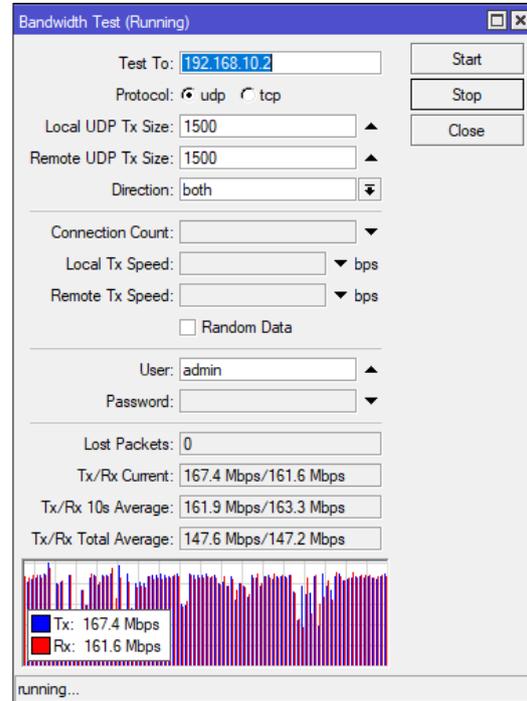
Gambar 10. IP Address Mikrotik 2

- c. Selanjutnya, melakukan pengecekan apakah *link* terkoneksi dengan baik atau tidak dengan melakukan test “ping” melalui masing-masing terminal router. Pada gambar 10 menggambarkan hasil pengujian test “ping” dari router mikrotik 1 ke router mikrotik 2.



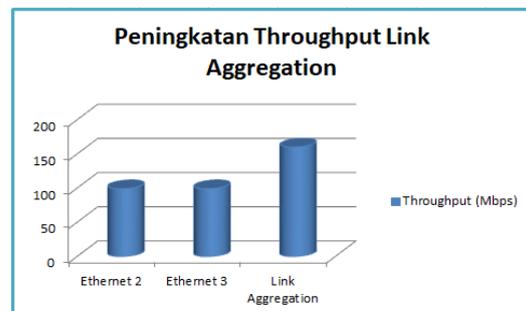
Gambar 11. Hasil Pengujian Ping dari Mikrotik 1 ke Mikrotik 2

- d. Setelah router terkoneksi dengan baik, lakukan pengujian untuk mengetahui seberapa besar *bandwidth* yang bisa dilewatkan.



Gambar 12. Bandwidth Test Pada Mikrotik1

Pada Mikrotik 1 dilakukan pengiriman paket data atau *bandwidth test* untuk menguji seberapa besar *bandwidth* yang dapat dilewatkan pada *virtual link aggregation* yang telah dibuat. Dari hasil pengujian *Throughput* yang didapat dari interface Mikrotik 1 dan Mikrotik 2 menunjukkan total *throughput* 160 Mbps. Dengan menggabungkan *interface Ethernet 2* dan *Ethernet 3* pada perangkat mikrotik 1 dan mikrotik 2, *throughput* dapat meningkat. Dari hasil pengujian *link aggregation* yang telah dilakukan, metode *link aggregation* terbukti dapat meningkatkan *throughput bandwidth*.

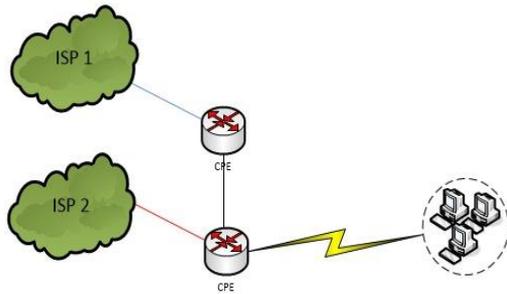


Gambar 13. Grafik Peningkatan Throughput Bandwidth.

Gambar 13 menunjukkan peningkatan yang signifikan jika menggunakan metode *link aggregation*.

2) Konfigurasi Failover

Penggunaan metode *failover* pada jaringan bertujuan untuk menjaga kestabilan *link* agar koneksi tetap terjaga tanpa adanya *downtime* jika salah satu *link* mengalami gangguan. Berikut topologi implementasi untuk pengujian *failover*.



Gambar 14. Topologi Implementasi Pengujian *Failover*

Pada tahapan ini membuat koneksi dari ISP sebagai jalur utama dan ketika jalur utama (*main link*) mengalami gangguan (*down*) maka koneksi akan langsung pindah secara otomatis ke jalur *backup*. Pada penerapan teknik *failover* ini, menggunakan parameter "*Check Gateway*" dan "*distance*" pada Router. Berikut tahapan konfigurasinya:

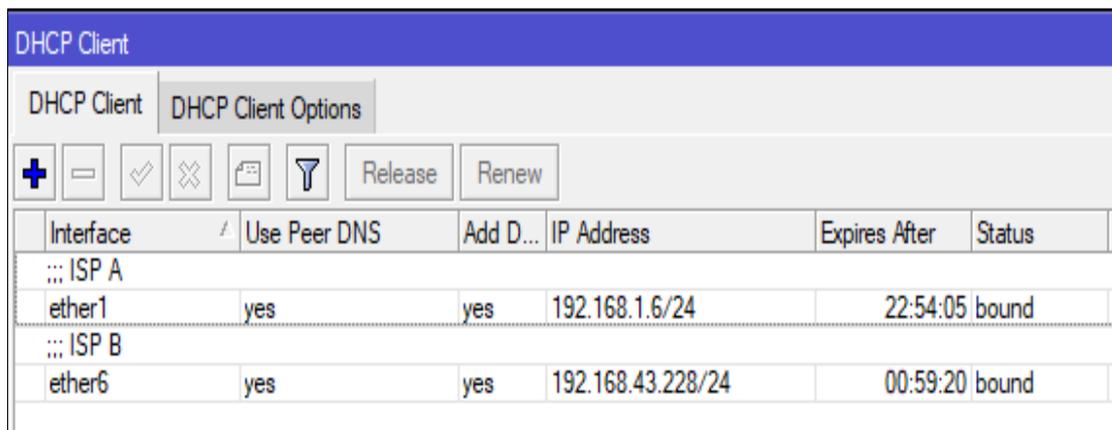
- a. Tahapan pertama yaitu melakukan konfigurasi seperti penambahan IP Address pada *Ethernet 1* untuk ISP A dan *Ethernet 6* untuk ISP B seperti terlihat pada gambar 15.
- b. Konfigurasi NAT agar disisi *client* bisa terkoneksi ke internet. Konfigurasi NAT dapat dilakukan dengan setting "*Masquerade*". Hal ini tampak pada gambar 16.

- c. Setelah itu, menambahkan konfigurasi "*Check-Gateway*" pada ISP A dan "*Distance*" pada ISP B. Cara kerja dari "*Check-Gateway*" adalah melakukan pengecekan berkala ke *gateway* ISP dengan mengirimkan paket PING/ARP. Ketika 10 detik pertama *gateway* tidak merespon maka akan dianggap "*request time out*" jika 10 detik kedua *gateway* tidak merespon maka akan dianggap "*unreachable*" maka router akan memindahkan jalur yang memiliki *distance* lebih besar. Gambar 17 menunjukkan *unreachable* pada ISP.
- d. Pada gambar 17 menunjukkan ISP B dengan IP Address 192.168.43.1 mengalami *down* sehingga terdeteksi "*unreachable*". Maka jalur internet akan di *backup* melalui ISP A yang mana ISP A dengan IP Address 192.168.1.1 memiliki *distance* 2 yang lebih besar dari ISP B.

Hasil pengujian dengan melakukan *traceroute*, menunjukkan *traceroute* ke DNS google atau 8.8.8.8 menggunakan ISP A dengan IP Address 192.168.1.1. seperti terlihat pada gambar 18. Perbandingan sebelum menggunakan metode *link aggregation* dan sesudah menggunakan metode *link aggregation* terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Tabel Perbandingan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Metode *Link Aggregation* Pada Jaringan

Interface	Sebelum	Sesudah
Ether 2	42.3 Mbps	99.2 Mbps
Ether 3	40.0 Mbps	99.1 Mbps
Link Aggregation		160 Mbps



Gambar 15. IP Address Pada ISP A dan ISP B

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Interface
0	masquerade	srcnat							ether1
1	masquerade	srcnat							ether6

Gambar 16. Konfigurasi NAT

	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark
DAS	0.0.0.0/0	192.168.1.1 reachable ether1	2	
DS	0.0.0.0/0	192.168.43.1 unreachable	1	

Gambar 17. Unreachable Pada ISP B

Hop	Host	Loss	Sent	Last	Avg.	Best	Worst	Std. Dev.	History	Status
1	192.168.1.1	0.0%	3	0.4ms	0.4	0.4	0.5	0.0	---	
2	10.86.0.1	0.0%	3	3.5ms	3.4	2.7	4.1	0.6	---	
3	172.16.88.37	0.0%	3	2.5ms	2.1	1.7	2.5	0.3	---	
4	172.20.0.2, 172.20.0.18	0.0%	3	2.8ms	2.8	2.7	2.9	0.1	---	
5	172.20.0.33	0.0%	3	4.8ms	5.1	4.8	5.4	0.2	---	
6	103.20.188.253	33.3%	3	5.4ms	5.3	5.1	5.4	0.2	---	
7	124.158.176.49	0.0%	3	16.2ms	16.4	16.2	16.6	0.2	---	
8	72.14.212.28	0.0%	3	17.6ms	17.2	16.8	17.6	0.4	---	
9	108.170.240.161	50.0%	2	timeout	17.6	17.6	17.6	0.0	---	
10	142.251.49.191	0.0%	2	205.4ms	199.5	193.5	205.4	6.0	---	
11	8.8.8.8	0.0%	2	16.7ms	18.9	16.7	21.0	2.2	---	

Gambar 18. Hasil Traceroute

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *link aggregation* dan *failover* lebih menguntungkan, dibuktikan dengan hasil pengujian bahwa penggunaan metode *link aggregation* dapat meningkatkan kecepatan data dan jumlah paket yang dapat dilewatkan. Serta penggunaan *failover* dapat berfungsi sebagai *backup* jika salah satu *link* mengalami gangguan, sehingga tidak terjadi kegagalan akses internet.

5. REFERENSI

- Agustian, M. A. (2019). *Analisis Kinerja Sistem Failover Link pada Routing Protocol OSPF, EIGRP, RIPv2 dengan bgp*. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/55220>
- Arifin, M. A. S. (2017). *Analisis Peningkatan Troughput Bandwidth Menggunakan Link Aggregation Untuk Jaringan Point To Point*. Jurnal Teknologi Informasi Mura. <http://jurnal.univbinainsan.ac.id/index.php/jti/article/view/92/166>
- Badrul, M., & Akmaludin, A. (2019). Implementasi Automatic Failover Menggunakan Router Mikrotik Untuk Optimalisasi Jaringan. *Prosisko. PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 6(2). <https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/1009>
- Haryono, D., Nasution, T., Informasi, S., Amik Riau, S., Purwodadi Indah, J., & Informatika STMIK Amik Riau, M. (2020). Implementasi Link Aggregation Control Protocol Untuk Meningkatkan Throughput Bandwidth Pada Up-Link Line. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 4(1), 49–55. <https://doi.org/10.35145/JOISIE.V4I1.633>
- Khasanah, S. N., & Utami, L. A. (2018). Implementasi Failover Pada Jaringan WAN Berbasis VPN. *Jurnal Teknik Informatika (JTI)*, 4(1), 62–66. <https://doi.org/10.51998/JTI.V4I1.190>
- Nugroho¹, H., Utama², R., Teknik, A., Sandhy, T., & Jakarta, P. (2014). Simulasi Management Bandwidth Dan Load Balancing Server Menggunakan Clear Os Pada Virtual Box. *Journal ICT*, 5(8). <http://ejournal.akademitelkom.ac.id/index.php/ictjournal/article/view/76>
- Pambudi, R., & Muslim, M. A. (2017). Implementasi Policy Base Routing dan Failover Menggunakan Router Mikrotik untuk Membagi Jalur Akses Internet di FMIPA Unnes. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 5(2), 57. <https://doi.org/10.14710/JTSISKOM.5.2.2017.57-61>
- Tulloh, R. (2017). Analisis Performansi Agregasi Link dengan LACP pada SDN menggunakan RYU sebagai Controller. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 6(3), 203–213. <https://doi.org/10.25077/JNTE.V6N3.444.2017>
- Wina, W. A., & Rifqi, M. (2020). Implementation Dual link IPVPN and GSM IPsec based on Fortigate 50 E at PT XYZ. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(2), 228–236. <https://doi.org/10.29207/RESTI.V4I2.1465>
- Yamafidro, G., Wijaya, A., & Yamafidro, G. (2020). Network Gateway Auto Failover Menggunakan Virtual Router Redudancy Protocol. *Bina Darma Conference on Computer Science (BDCCS)*, 2(2), 461–471. <https://conference.binadarma.ac.id/index.php/BDCCS/article/view/1037>