

Implementasi Load Balancing dan Failover Dua Line ISP Serta Hotspot Server menggunakan Mikrotik RB951UI-2Hnd dengan Metode PCC

Muhamad Adjie^{*1}, Amanda²

^{*1}Teknik Informatika, STMIK Pranata Indonesia, Bekasi

²Komputerisasi Akuntansi, STMIK Pranata Indonesia, Bekasi

e-mail: ^{*1}adjie.muhammad704@gmail.com, ²amanda.saad1123@gmail.com

Abstrak

Load Balancing adalah Teknik untuk berbagi beban kepada beberapa penyedia layanan Internet, memastikan bahwa tidak ada layanan internet yang kelebihan beban pada hanya satu internet service provider saja. Failover memastikan bahwa koneksi selalu tersedia ketika salah satu koneksi terputus, dan hotspot server dapat memudahkan pengguna ketika akan mengakses jaringan internet menggunakan username dan password. Beberapa masalah jaringan internet yang sering terjadi adalah koneksi internet terputus, koneksi lambat, dan output tidak sesuai dengan bandwidth yang dimiliki. Banyak diantara sekolah dan perguruan tinggi yang kurang peduli pada pengelolaan hotspot server dan hanya menggunakan satu line ISP (internet service provider) saja. Kelemahan menggunakan satu line ISP adalah jika ISP tersebut mengalami Down, maka matilah juga kegiatan perkuliahan yang dilakukan secara blended learning seperti saat ini. maka dari itu, diperlukan teknik load balancing, failover, dan juga pengelolaan hotspot server, yang dapat dilakukan di Mikrotik RB951Ui-2HnD Dengan Metode Per Connection Classifier (PCC), yang dalam penelitian ini berhasil mengatasi permasalahan diatas, yaitu koneksi internet menjadi stabil karena beban terbagi di kedua ISP dengan metode PCC, lalu ketika internet di salah satu ISP down masih ada koneksi lain yang membackup, dan juga ada pengelolaan hotspot wifi menggunakan username password serta limitasi bandwidth pada tiap tiap usernya.

Kata Kunci: Penyeimbangan beban, Failover, Hotspot, per pengklasifikasi koneksi, Mikrotik

Abstract

Load Balancing is a technique for sharing the load among several Internet service providers, ensuring that no internet service is overloaded on only one internet service provider (ISP). Failover ensures that the connection is always available when one connection is lost, and the hotspot server can make it easier for users to access the internet using a username and password. Some internet network problems that often occur are internet connection is lost, connection is slow, and output does not match the bandwidth its have. Many schools and colleges are less concerned with managing hotspot servers and only use one ISP only. The disadvantage of using one ISP is that if that ISP goes down, the lectures that are being carried out using blended learning will also die/stopped. Therefore, load balancing, failover, and hotspot server management are needed, which can be done on the Mikrotik RB951U-2HnD with the Per Connection Classifier (PCC) method, which in this study succeeded in overcoming the above problems. the internet connection becomes stable because of the load divided between the two ISPs with the PCC method, then when internet at ISP 1 is down there are still other connections that back up (ISP 2), and there is also wifi hotspot management using a username password and bandwidth limitations for each user.

Keywords: Load Balancing, Failover, Hotspot, Per Connection Classifier, Mikrotik

I. PENDAHULUAN

Load Balancing menurut Ms Arti Mishra (2015) adalah sebuah metode untuk mendistribusikan tugas ke berbagai resources atau sumber daya. Dengan memproses tugas dan mengalihkan sesi di server yang berbeda, Penyeimbangan beban ini membantu

jaringan menghindari waktu downtime yang berlebihan dan memberikan kinerja terbaik bagi pengguna jaringan tersebut. Sedangkan Failover adalah proses memindahkan koneksi ke jalur alternatif yang disebabkan oleh Gangguan atau kelainan sistem atau perangkat keras atau jaringan.

(Adhiwibowo & Irawan, 2019). Menurut Ansor (2010), Hotspot merupakan salah satu bentuk pemanfaatan teknologi Wireless LAN di tempat umum seperti perpustakaan, area taman kampus dan lain lain.

Jaringan internet merupakan sarana prasarana untuk mendukung proses belajar dan mengajar. Beberapa masalah jaringan internet yang sering terjadi adalah koneksi internet terputus, koneksi lambat, dan output tidak sesuai dengan bandwidth yang dimiliki. (Taufik Rahman, 2021). Banyak diantara sekolah dan perguruan tinggi yang kurang peduli pada pengelolaan hotspot server dan hanya menggunakan satu line ISP (internet service provider) saja. Kelemahan menggunakan satu line ISP adalah jika ISP tersebut mati atau down, maka matilah juga kegiatan perkuliahan yang dilakukan secara daring seperti saat ini. Apalagi sekarang kegiatan sekolah dan perkuliahan sudah mulai pembelajaran offline digabungkan dengan pembelajaran online, atau biasa disebut dengan kegiatan pembelajaran metode blended learning, maka mahasiswa harus mendapatkan akses internetnya ketika mahasiswa berada di kampus. tentunya dapat menjadi masalah serius jika tidak ada pengelolaan hotspot server dan juga pengelola jaringan dan hanya mengandalkan satu line koneksi ISP saja.

Untuk menangani masalah diatas, kampus dapat menggunakan Hostpot Server, dan juga metode dua line koneksi internet dari dua ISP dengan menggunakan teknik Load balancing dengan metode PCC, yang bisa dilakukan di router Mikrotik RB951Ui 2Hnd. Kegunaannya adalah untuk membagi beban trafik yang datang ke perangkat jaringan agar tidak hanya terpusat di satu ISP, juga dapat digunakan untuk memaksimalkan throughput, dan menghindari overload dalam satu jalur koneksi. dan juga penelitian ini digunakan teknik failover agar jika satu ISP mengalami Down, maka ISP yang satunya akan otomatis mencadangkan koneksi dan menopang semua traffic didalam jaringan. Dan penelitian ini juga akan menjelaskan manajemen hotspot server pada sekolah atau kampus, menjadikan jaringan internet lebih teratur.

II. METODE PENELITIAN

Dalam sistem perancangan ini awal mula yaitu dilakukan Analisa kebutuhan sistem, lalu perancangan topologi jaringan, serta flowchart dari proses konfigurasi

Tabel 1. Spesifikasi Mikrotik Router

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Product Code	RB951Ui-2HND
2	Lain-lain	•CPU : AR9344 •CPU nominal frequency : 600 MHz •RAM : 128 MB •NAND Storage : 128 MB •Passive PoE in •Max Power consumption POE : Up to 7W •2x2 two chain wireless with integrated antennas •PSU •Plastic Case •RouterOS License Level 4
3	Antarmuka/ Interface	•5 x 10/100/1000 Ethernet ports •1 x USB type A
4	Frequency & Protocol	2.4GHz, 802.11b/g/n

Tabel 2. Spesifikasi Indihome Router

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Product Code	Ont Fiberhome HG6245N
2	Lain-lain	•Dimension H/W/D(mm) 37*252*178 •NNI : GPON •Power Supply : AC:220V DC:12V/2.5A •Power Consumption : 24W •Operating Temperature : 5°C~45°C
3	Antarmuka/ Interface	•4GE+2*POTS+WiFi
4	Frequency & Protocol	2.4GHz, 5GHz, 802.11b/g/n

Tabel 3. Spesifikasi Switch

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Product Code	Switch Tplink TL-SF1005D
2	Antarmuka/ Interface	•5 x 10/100Mbps Ethernet ports
3	Protocol	2.4GHz,5Gz, 802.11b/g/n

Tabel 4. Spesifikasi Access Point

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Product Code	Access Point TP-LINK TL-WR840N
2	Antarmuka / Interface	•4 x 10/100 Mbps LAN ports •1 x LAN / WAN 10/100 Mbps port
3	Frequency & Protocol	2.4GHz, 802.11b/g/n

Tempat Penelitian

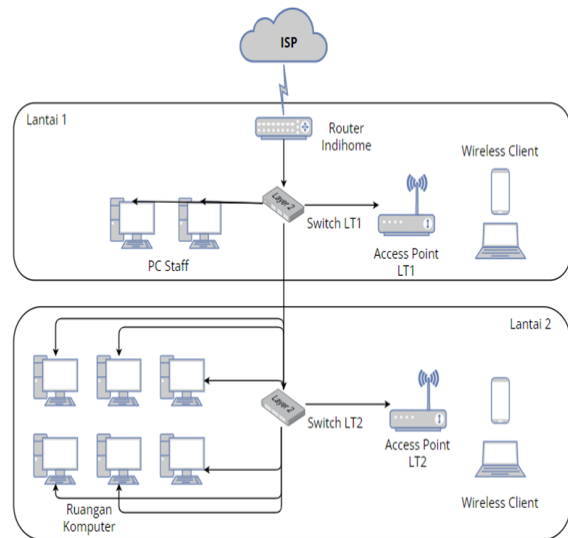
Tempat : STMIK Pranata Indonesia kampus Pengasinan.

Lokasi : Jl. Pengasinan Tengah No.100, RT.005/RW.027, Pengasinan, Kec. Rawalumbu, Kota Bks, Jawa Barat 17115.

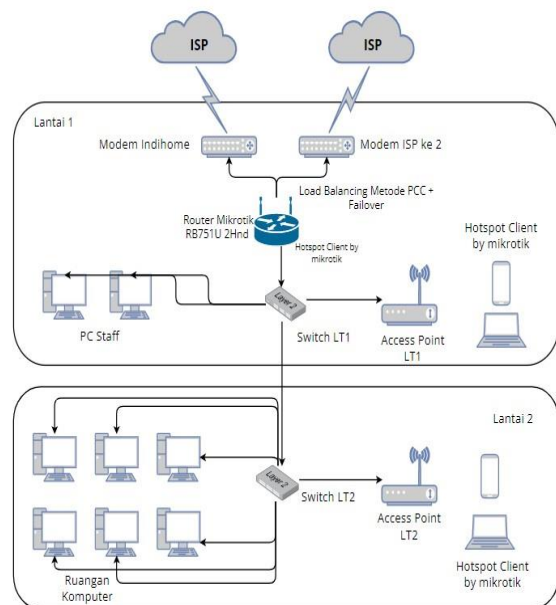
STMIK Pranata Indonesia kampus Pengasinan pada arsitektur jaringan di lokasi terdapat modem router, switch, dan komputer klien. Pada setiap kelas terdapat access point yang dipergunakan untuk akses dosen dan mahasiswa untuk sarana belajar online.

Pada STMIK Pranata Indonesia kampus Pengasinan sendiri hanya menggunakan satu ISP (Internet Service Provider) yaitu IndiHome, dimana ISP (Internet Service Provider) IndiHome sebagai penyedia layanan internet. Adapun perangkat-perangkat jaringan yang digunakan pada STMIK Pranata Indonesia kampus Pengasinan diantaranya terdapat Router, switch, dan Access Point.

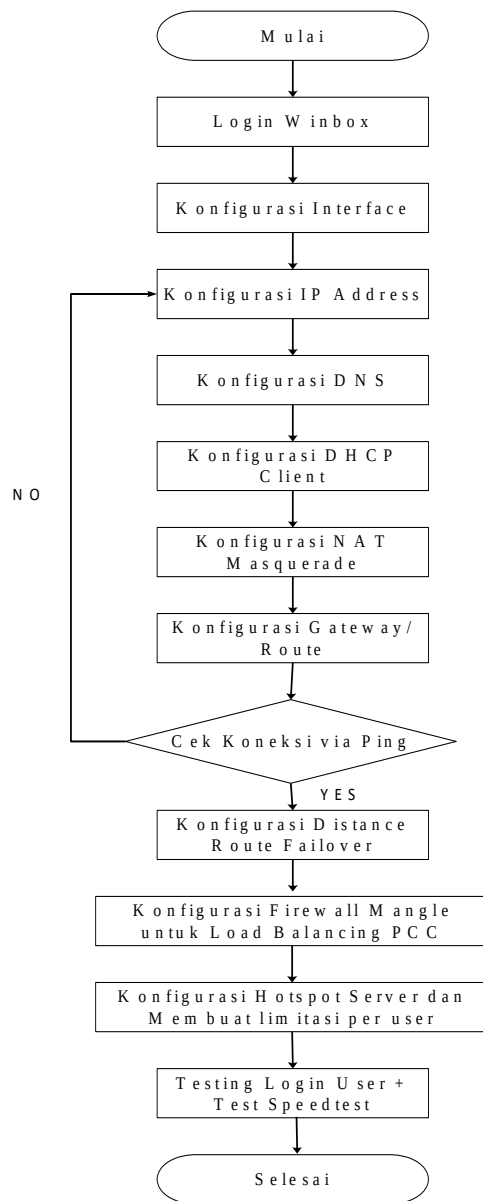
Struktur skema Jaringan Awal dapat dilihat pada gambar 1. Adapun skema jaringan komputer usulan dapat dilihat pada gambar 2. Dan Rancangan Flowchart Konfigurasi jaringannya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 1. Skema Jaringan Awal



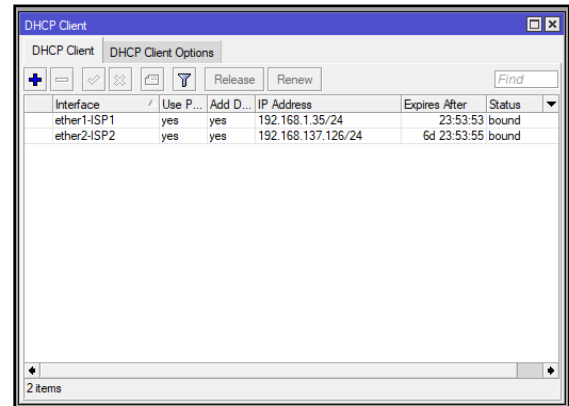
Gambar 2. Skema Jaringan Usulan



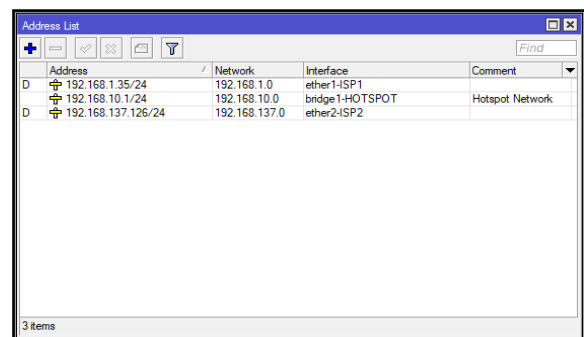
Gambar 3. Rancangan Flowchart Konfigurasi mikrotik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

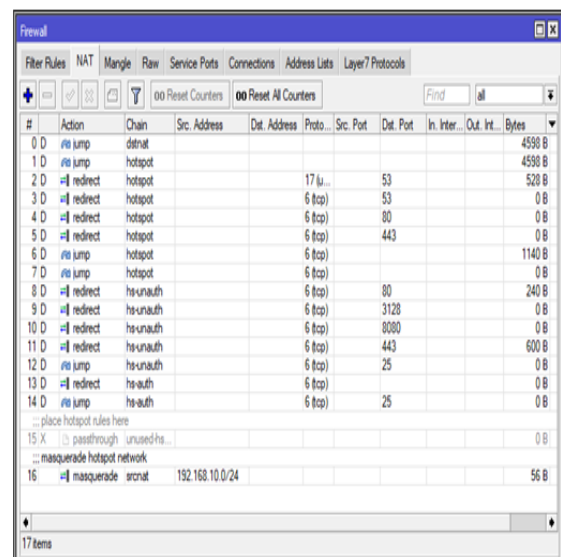
Berikut beberapa konfigurasi dasar di mikrotik



Gambar 4. Konfigurasi DHCP Client dari kedua ISP



Gambar 5. Konfigurasi IP Address



Gambar 6. Konfigurasi NAT

	Det. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
AS	0.0.0.0/0	192.168.1.1 reachable ether1-ISP1	1	Load Balance ISP1	
AS	0.0.0.0/0	192.168.137.126 reachable ether2-ISP2	1	Load Balance ISP2	
AS	0.0.0.0/0	192.168.1.1 reachable ether1-ISP1	1		
S	0.0.0.0/0	192.168.137.1 reachable ether2-ISP2	2		
DS	0.0.0.0/0	192.168.1.1 reachable ether1-ISP1	1		
DS	0.0.0.0/0	192.168.137.1 reachable ether2-ISP2	1		
DAC	192.168.1.0/24	ether1-ISP1 reachable	0		192.168.1.35
DAC	192.168.10.0/24	bridge1-HOTSPOT reachable	0		192.168.10.1
DAC	192.168.137.0/24	ether2-ISP2 reachable	0		192.168.137.250

Gambar 7. Konfigurasi Route List

Hasil dari konfigurasi Load Balancing PCC diperoleh hasil sukses dilakukan load balancing di kedua ISP, terlihat Bytes dan Packets terisi menandakan Traffic terlewati di kedua interface ISP1 dan ISP2 yang bisa dilihat pada Gambar 8.

#	Action	Chain	Src. Address	Proto	Src.	Dest.	In. Interface	Out. Int.	Bytes	Packets	Out. Address
0	mark connection	preouting					bridge-HOTSPOT		416.7 KiB	3.863	
1	mark connection	preouting					bridge-HOTSPOT		409.1 KiB	3.884	
2	mark routing	preouting					bridge-HOTSPOT		19.1 MiB	66.712	
3	mark routing	preouting					bridge-HOTSPOT		9.1 MiB	66.167	
4	mark connection	preouting					ether1-ISP 1		519.3 KiB	2.813	
5	mark connection	preouting					ether2-ISP 2		144.6 KiB	1.145	
6	mark routing	output							683.0 KiB	4.501	
7	mark routing	output							695.3 KiB	4.552	

Gambar 8. Hasil Load Balancing PCC

Hasil dari Konfigurasi Failover yang sudah dibuat menampilkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. yaitu dapat dilihat pada Gambar 9 Test mematikan interface ISP1, setelah interface ISP1 dimatikan, maka otomatis internet akan berpindah ke ISP2, dan sebaliknya pada gambar 10 Test mematikan interface ISP 2 . Dan juga tidak ada Downtime sama sekali pada koneksi internet.

Interface	Type	Actual MTU	Link MTU	Speed
bridge-HOTSPOT	Bridge	1500	1500	0bps
ether1-ISP 1	Ethernet	1500	1500	10Mbps
ether2-ISP 2	Ethernet	1500	1500	10Mbps
ether3-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether4-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether5-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether6-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether7-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether8-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether9-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether10-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether11-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether12-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether13-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether14-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether15-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether16-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether17-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether18-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether19-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether20-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether21-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether22-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether23-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether24-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether25-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether26-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether27-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether28-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether29-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether30-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether31-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether32-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether33-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether34-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether35-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether36-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether37-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether38-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether39-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether40-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether41-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether42-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether43-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether44-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether45-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether46-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether47-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether48-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether49-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether50-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether51-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether52-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether53-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether54-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether55-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether56-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether57-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether58-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether59-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether60-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether61-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether62-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether63-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether64-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether65-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether66-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether67-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether68-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether69-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether70-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether71-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether72-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether73-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether74-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether75-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether76-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether77-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether78-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether79-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether80-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether81-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether82-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether83-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether84-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether85-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether86-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether87-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether88-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether89-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether90-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether91-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether92-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether93-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether94-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether95-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether96-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether97-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether98-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether99-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether100-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps

Gambar 9. Test mematikan interface ISP 1

Interface	Type	Actual MTU	Link MTU	Speed
bridge-HOTSPOT	Bridge	1500	1500	0bps
ether1-ISP 1	Ethernet	1500	1500	10Mbps
ether2-ISP 2	Ethernet	1500	1500	10Mbps
ether3-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether4-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether5-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether6-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether7-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether8-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether9-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether10-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether11-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether12-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether13-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether14-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether15-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether16-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether17-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether18-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether19-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether20-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether21-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether22-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether23-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether24-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether25-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether26-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether27-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether28-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether29-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether30-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether31-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether32-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether33-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether34-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether35-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether36-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether37-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether38-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether39-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether40-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether41-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether42-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether43-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether44-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether45-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether46-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether47-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether48-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether49-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether50-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether51-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether52-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether53-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether54-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether55-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether56-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether57-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether58-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether59-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether60-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether61-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether62-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether63-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether64-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether65-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether66-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether67-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether68-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether69-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether70-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether71-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether72-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether73-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether74-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether75-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether76-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether77-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether78-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether79-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether80-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether81-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps
ether82-LAN	Ethernet	1500	1500	0bps



Gambar 11. Hasil Hostpot Speedtest User Tamu



Gambar 12. Hasil Hostpot Speedtest User Dosen



Gambar 13. Hasil Hostpot Speedtest User Mahasiswa



Gambar 14. Hasil Hostpot Speedtest User Staff

IV. KESIMPULAN

Hasil dari Load Balancing PCC diperoleh hasil sukses dilakukan load balancing di kedua ISP, terlihat Bytes dan Packets terisi menandakan Traffic terlewati di kedua interface ISP1 dan ISP2. Konfigurasi Failover yang sudah dibuat menampilkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Yaitu setelah interface ISP1 dimatikan, maka otomatis internet akan berpindah ke ISP2, dan sebaliknya. Hotspot Login dari masing masing user yang sudah di buat yaitu user Tamu, user Dosen, user Mahasiswa, dan user Staff, sudah berhasil dilakukan dan berhasil melimitasi bandwidth dari tiap tiap user hotspot, menjadikan jaringan lebih teratur.

Dalam penelitian ini digunakan teknik Load balancing dua line ISP + Failover + Hotspot server. mungkin dalam penelitian selanjutnya dapat di terapkan teknik Load Balancing metode lain nya + Hotspot server, ataupun bisa ditambah lagi menjadi 3 Line ISP.

V. REFERENSI

- Jatmiko, W., Santoso, H. B., Purbarani, S. C., Syulistyo, A. Rachmad Mustofa, D. R. (2020). Implementasi Load Balancing Dan Failover To Device Mikrotik Router Menggunakan Metode Nth (Studi Kasus : Pt. Go-Jek Indonesia). Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer JTIK, 7, 139-143.
- Andi Marwan Elhanafi, I. L. (2019). Simulasi Implementasi Load Balancing PCC Menggunakan Simulator Gns3. Publikasi Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan, 1, 159-165.
- Eka Putra, R. A. (2019). Implementasi Hotspot Dengan User Manager Untuk Internet Wireless Menggunakan Mikrotik Rb-951ui Di Smk Swasta Al-Washliyah Pasar Senen 2 Medan. Jurnal Teknologi Informasi Universitas Pembangunan Panca Budi , 58-65.
- Herlambang, m. l. (2008). Panduan Lengkap Menguasai Router Masa Depan menggunakan Mikrotik Router OS. Jogjakarta: Andi.
- Johnson. (2014). Load Balancing and Failover of Gateway Devices. United States: Patent Application Publication.
- Mishra, M. A. (2015). Network Load Balancing and Its Performance Measures, 77-81.
- S., D. (2004). On the optimization of load balancing

- in distributed networks in the presence of delay, *Advances in Communication Control Networks*. LNCSE, 308, 223-244.
- Sofana, I. (2013). *CISCO CCNA & Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.
- Tania Octavriana, K. J. (2021). Optimalisasi Jaringan Internet Dengan Load Balancing Pada High Traffic Network . *Jurnal Teknik Informatika Uin Jakarta* , 28-39.
- Taufik Rahman, E. S. (2021). Per Connection Classifier Load Balancing dan Failover MikroTik pada Dua Line Internet . *JIKA (Jurnal Informatika) Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 195-209.
- Taufik Rahman, S. H. (2020). Analisis Performa RouterOS MikroTik pada Jaringan Internet. *Jurnal Inovtek Polbeng - Seri Informatika*, 178-192.
- Towidjojo, R. (2012). *Konsep & Implementasi Routing dengan Router Mikrotik 100% Connected*. Jogjakarta: Jasakom.
- Whisnumurti Adhiwibowo, A. R. (2019). Implementasi Redundant Link Untuk Mengatasi Downtime Dengan Metode Failover . *Pengembangan Rekayasa dan Teknologi Universitas Semarang*, 48-53.
- Zawiyah Saharuna, R. N. (2020). Analisis Quality Of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode Pcc Dan Nth. Cess (*Journal of Computer Engineering System and Science*), 131-136.