



ANALISA KOMPARASI METODE PEMBAGIAN TRAFIK JARINGAN (LOAD BALANCING) ANTARA METODE PCC DAN METODE ECMP STUDI KASUS PADA JARINGAN USM

Soiful Hadi¹, Basworo Ardi Pramono², Surono³

saiful@usm.ac.id, basworo@usm.ac.id, surono@usm.ac.id

Universitas Semarang

Informasi Artikel	Abstrak
Diterima : 29 Aug 2022 Direview : 19 Okt 2022 Disetujui : 2 Des 2022	Di era modern saat ini, kebutuhan akan akses internet di kampus merupakan hal yang mutlak dibutuhkan oleh mahasiswa dan dosen saat ini. Sehingga administrator jaringan kampus akan menerapkan berbagai alternatif cara untuk mencukupi kebutuhan akses internet untuk pengguna di universitas semarang. Pada kenyataannya administrator sering menggunakan satu gateway line ISP untuk satu network range meski memiliki dua atau lebih line ISP. Hal ini menyebabkan ketimpangan trafik jaringan ketika jumlah pengguna yang terhubung ke line ISP satu atau lebih banyak dari line ISP yang terhubung dengan ISP 2 atau sebaliknya. Pada penelitian ini dilakukan studi analisis komparasi metode pembagian trafik jaringan (load balancing) antara metode PCC (Per Connection Classifier) dan metode ICMP (Internet Control Message Protocol) untuk diterapkan di trafik jaringan universitas semarang dengan menggunakan perangkat routerboard mikrotik. Diharapkan melalui penelitian ini di dapatkan metode yang cocok untuk diterapkan di jaringan universitas semarang.

Keywords	Abstrak
internet, PCC, ICMP, Load balancing	<i>Nowaday 's modern era, the need for internet access on campus is an absolute necessity for students and lecturers. So campus network administrators will implement various alternative ways to meet the needs of internet access for users at Semarang University. In fact, administrators often use one ISP gateway line for one network range even though they have two or more ISP lines. it causes the amount of network traffic when users are connected to the first ISP line or more than the ISP line is connected to the ISP 2 second isp . In this research, a comparative analysis study of the method of dividing network traffic (load balancing) is done between the PCC (Per Connection Classifier) method and the ICMP (Internet Control Message Protocol) method to be applied in Semarang university network traffic using a Mikrotik routerboard device. through this research we will get a suitable method to be applied in the Semarang university network.</i>

A. Pendahuluan

Load balancing adalah proses pendistribusian beban terhadap sebuah servis yang ada pada sekumpulan server atau perangkat jaringan ketika ada permintaan dari pemakai. Ketika banyak permintaan dari pemakai maka server tersebut akan terbebani karena harus melakukan proses pelayanan terhadap permintaan pemakai. Solusi nya adalah dengan membagi – bagi beban yang datang ke beberapa server, jadi tidak berpusat ke salah satu perangkat jaringan saja. Teknoogi itulah yang disebut load balancing, maka dapat diperoleh keuntungan seperti menjamin reabilitas servis, availabilitas dan skalabilitas suatu jaringan. (Rijayana, 2005).

Load balancing yaitu suatu metode untuk pembagian beban secara seimbang antara pembagian bandwidth local maupun internasional sesuai kebutuhan yang diinginkan. Teknik failover adalah suatu metode berpindahnya suatu ISP ke ISP lain secara otomatis apabila suatu ISP tersebut mengalami kegagalan koneksi. Dengan diterapkannya metode load balancing ini diharapkan lebih mempermudah client dalam menggunakan fasilitas internet (Zamzami, 2012). Load balancing merupakan sebuah strategi baru untuk menyeimbangkan beban di jaringan wireless yang terhubung dalam topologi star. Setiap ISP menggunakan pembagian beban yang dapat dibagi secara merata pada setiap bagian. Jaringan wireless yang terhubung pada sistem terdistribusi sebagian besar, yang membuat teknik load balancing teknik penting untuk memaksimalkan throughput dari sebuah sistem. Jaringan wireless umumnya terdiri dari gateway yang berhubungan dengan node lain yang berada dalam sebuah jaringan. Node – node lainnya digunakan kembali untuk mengumpulkan berbagai data. Jaringan yang telah terhubung dengan node pusat menjadikan sebuah stasiun utama dan node - node lain nya digunakan untuk menghitung beban yang di distribusikan oleh node pusat. Load balancing digunakan untuk mengurangi waktu eksekusi2 beban dan memastikan bahwa semua sumber daya yang ada dalam sistem tersebut dimanfaatkan secara optimal (Magade, Abhijit and Potey, 2012).

Kinerja sebuah jaringan sangat dibutuhkan oleh administrator jaringan USM dalam hal ini PUSKOM USM terutama dalam hal kestabilan koneksi dalam suatu jaringan. Salah satu kontribusi teknologi untuk meningkatkan hal tersebut adalah dengan menggunakan dua ISP dan menjadikan mikrotik sebagai dan juga menggunakan teknik failover. Load balance bukanlah menggandakan koneksi, namun membagi beban kerja atau pun beban koneksi. Sebagai contoh koneksi ISP ke-1 memiliki besaran 1gb dan ISP ke-2 sebesar 2gb. Maka load balance bukanlah akumulasi dari $1\text{gb}+2\text{gb}=3\text{gb}$ namun akan membagikan beban yang berlebih dari satu koneksi ke koneksi lainnya yang statusnya tidak dalam kondisi overload. Dan di harapkan mikrotik juga dapat mengoptimalkan bandwidth pada tiap client yang ingin mengakses internet. Mekanismenya yaitu mikrotik akan menandai paket yang ingin mengakses internet, lalu memilih jalur ISP mana yang akan dilewatinya dan menyetarakan beban pada kedua ISP tersebut. Teknik failover akan di terapkan juga pada jaringan ini, yaitu jika salah satu koneksi gateway sedang terputus, maka gateway yang lainnya otomatis akan menopang semua traffic jaringan.

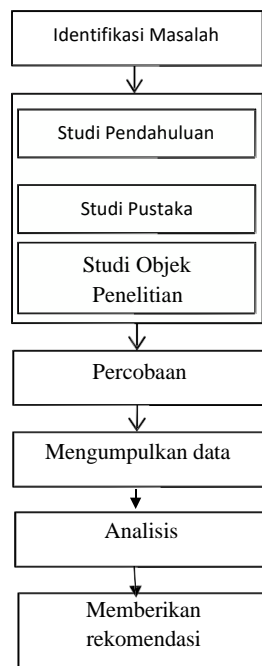
B. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah dengan merujuk pada jaringan internet Universitas Semarang. Kemudian dilanjutkan dengan studi

pendahuluan, dimana terdapat dua bagian yang dikerjakan yaitu studi pustaka dengan melihat berbagai macam sumber referensi seperti dari jurnal maupun karya ilmiah, lalu studi objek penelitian dengan melihat trafik internet di universitas semarang. Tahap selanjutnya percobaan dengan routerboard mikrotik. Setelah memperoleh data dari percobaan maka dilakukan analisis, kemudian memberikan rekomendasi untuk metode load balancing yang terbaik untuk diterapkan di jaringan universitas semarang.

Metode penelitian menjelaskan secara ringkas dan jelas tentang tahapan penelitian, termasuk rancangan atau desain penelitian, instrumen yang digunakan, teknik pengumpulan data, teknik analisis, rancangan sistem, dan beberapa hal lain yang terkait dengan strategi pemecahan masalah penelitian. [Cambria 12, spasi 1]

Metode penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan. Tabel tidak memuat garis vertikal (tegak). Garis horizontal (datar) pada tabel hanya terdapat pada bagian awal dan akhir tabel. Contoh format tabel:



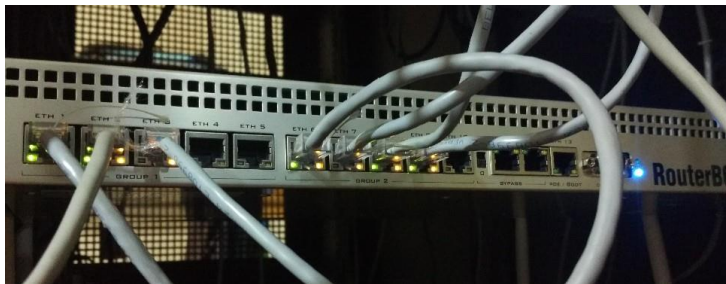
Gambar 1. Metode Penelitian

C. Hasil dan Pembahasan

Dalam implementasi dan pengujian sistem untuk menyelesaikan penelitian ini, meliputi instalasi perangkat, konfigurasi sistem, pengujian sistem dan analisa sistem dengan menggunakan Mikrotik RouterBoard 1100AHx2. Mikrotik RouterBoard 1100AHx2 sebagai *router* yang berfungsi sebagai *gateway* dalam semua konfigurasi yang menjadi bahan penelitian. Selain *gateway router*, Mikrotik RouterBoard 1100AHx2 ini juga digunakan sebagai *load balancer* dan *management bandwidth*.

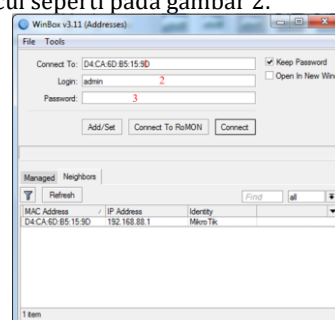
1. Instalasi dan Login Mikrotik RouterBoard melalui Interface GUI Winbox

Pada tahap implementasi adalah mengumpulkan dan memasang seluruh hardware yang diperlukan dalam implementasi load balance, sesuai dengan rancangan topologi yang telah dibuat pada tahap perencanaan. Setelah itu dilakukan konfigurasi pada hardware. Instalasi hardware Mikrotik RouterBoard tercantum pada gambar 1.



Gambar 1. Instalasi Mikrotik RouterBoard 1100AHx2

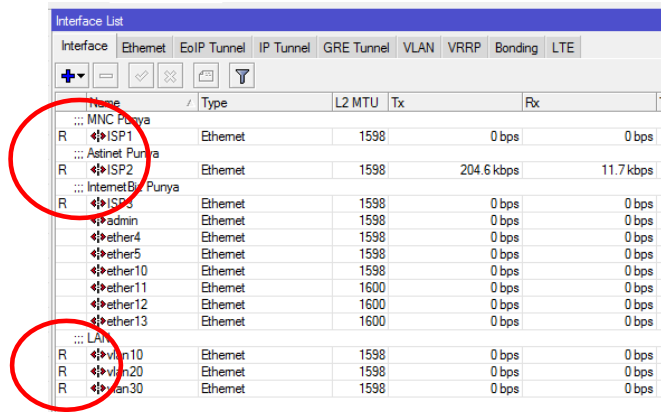
Setelah instalasi hardware, siapkan software winbox yang diunduh pada <https://mikrotik.com/download>. Winbox yang digunakan penulis versi 3.1.1. Setelah berhasil diunduh, hubungkan laptop atau komputer pada interface ether 6. Apabila berhasil akan muncul seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Awal Winbox

Pada nomor 1 terdapat kolom *Connect To* harus diisi agar dapat terhubung pada Mikrotik RouterBoard 1100AHx2. Pada langkah awal ini isikan *MAC Address* atau *IP Address router* yang terhubung. Pada nomor 2 terdapat kolom login yang berarti *username* yang telah ada di Mikrotik RouterBoard. Pada langkah ini isikan *username default router* yaitu *admin*. Pada nomor 3 terdapat kolom *password*. Pada langkah ini isikan *password default* yaitu kosong. Setelah ketiga kolom terisi dengan benar klik *connect*.

Untuk melakukan konfigurasi Mikrotik RouterBoard dapat dilakukan dengan dua cara yaitu mengkonfigurasi dengan (*Graphical User Interface*) GUI atau dengan mengetik *manual* perintahnya pada *new terminal*. Setelah *login*, proses selanjutnya adalah mengonfigurasi inisialisasi *interface*. *Inisialisasi interface* berguna untuk memudahkan dalam melakukan pengembangan sistem dengan cara memberikan nama pada masing-masing *interface* sesuai dengan fungsinya dan memberi keterangan diatas *interface* yang digunakan seperti pada gambar 3 yang diberi lingkaran merah.

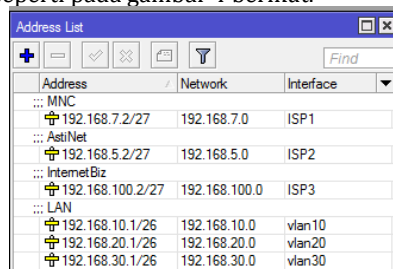


Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx
MNC Purnya				
ISP1	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
Astinet Purnya				
ISP2	Ethernet	1598	204.6 kbps	11.7 kbps
InternetBiz Purnya				
ISP3	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
admin	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
ether4	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
ether5	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
ether10	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
ether11	Ethernet	1600	0 bps	0 bps
ether12	Ethernet	1600	0 bps	0 bps
ether13	Ethernet	1600	0 bps	0 bps
LAN				
vlan10	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
vlan20	Ethernet	1598	0 bps	0 bps
vlan30	Ethernet	1598	0 bps	0 bps

Gambar 3. Tampilan *Interface Mikrotik*.

2. Konfigurasi *IP Address*

Pada tahap ini akan dilakukan pemberian IP address pada tiap interface sesuai kebutuhan yaitu interface dari ISP dan interface dari Ruang Lab. Hasil konfigurasi IP Address ditunjukkan seperti pada gambar 4 berikut.

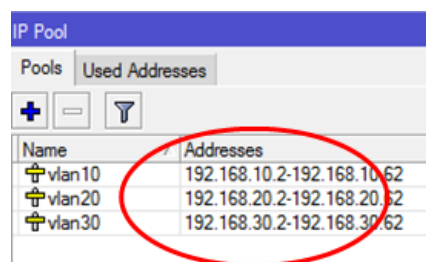


Address	Network	Interface
MNC		
192.168.7.2/27	192.168.7.0	ISP1
AstiNet		
192.168.5.2/27	192.168.5.0	ISP2
InternetBiz		
192.168.100.2/27	192.168.100.0	ISP3
LAN		
192.168.10.1/26	192.168.10.0	vlan10
192.168.20.1/26	192.168.20.0	vlan20
192.168.30.1/26	192.168.30.0	vlan30

Gambar 4. Tampilan Hasil Mengkonfigurasi *IP Addresses*

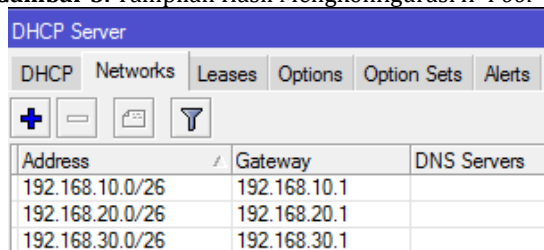
3. Konfigurasi DHCP

Langkah selanjutnya adalah mengonfigurasi DHCP server yang bertujuan untuk memberikan konfigurasi IP secara otomatis dari *router* ke komputer *client* sehingga mempermudah pemberian IP address pada jaringan yang cukup besar. Mengkonfigurasi DHCP dilakukan dengan tahapan mengkonfigurasi IP Pool, IP Network DHCP, dan DHCP Server. IP Pool untuk mengatur range yang akan diberikan kepada client. IP Network untuk mengkonfigurasi *subnetmask*, *gateway* dan DNS pada *client*. DHCP Server untuk memberikan IP Address sesuai IP Pool dan konfigurasi *network*. Hasil konfigurasi DHCP ditunjukkan seperti pada gambar 5, gambar 6 dan gambar 7 berikut.



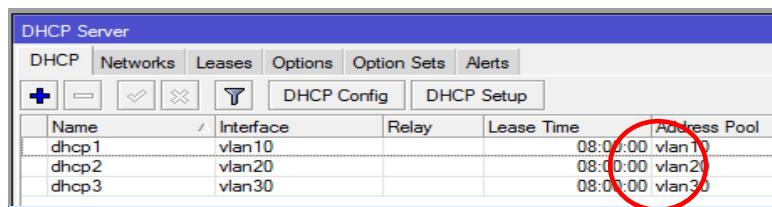
Name	Addresses
vlan10	192.168.10.2-192.168.10.62
vlan20	192.168.20.2-192.168.20.62
vlan30	192.168.30.2-192.168.30.62

Gambar 5. Tampilan Hasil Mengkonfigurasi IP Pool



Address	Gateway	DNS Servers
192.168.10.0/26	192.168.10.1	
192.168.20.0/26	192.168.20.1	
192.168.30.0/26	192.168.30.1	

Gambar 6. Tampilan Hasil Mengkonfigurasi IP DHCP Networks



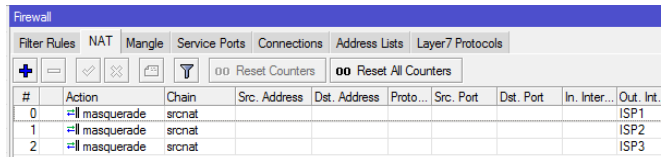
Name	Interface	Relay	Lease Time	Address Pool
dhcp1	vlan10		08:00:00	vlan10
dhcp2	vlan20		08:00:00	vlan20
dhcp3	vlan30		08:00:00	vlan30

Gambar 7. IP DHCP Server

4. Konfigurasi Firewall NAT

Langkah selanjutnya adalah menambah NAT pada mikrotik yang bertujuan untuk mentranslasikan IP *private* seolah-olah mengakses sebuah alamat host di internet menggunakan IP *public*. Konfigurasi Firewall NAT dilakukan dengan cara sebagai berikut. Hasil konfigurasi ditunjukkan seperti pada gambar 8 berikut.

Commented [A1]: Apakah kalimat di kanan bawah belum lengkap?

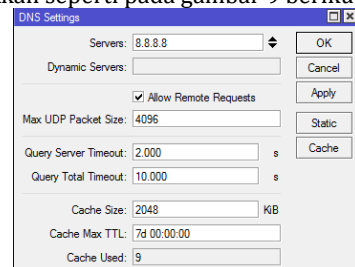


Gambar 8. Tampilan IP Firewall NAT

Melakukan konfigurasi *masquerade* pada bagian *action* berfungsi untuk melakukan NAT *IP Privat* dengan *IP Public* dan melakukan konfigurasi *interface* menuju ISP pada *Out-Interface* untuk menentukan jalur *interface* yang terkoneksi dengan internet.

5. Konfigurasi DNS

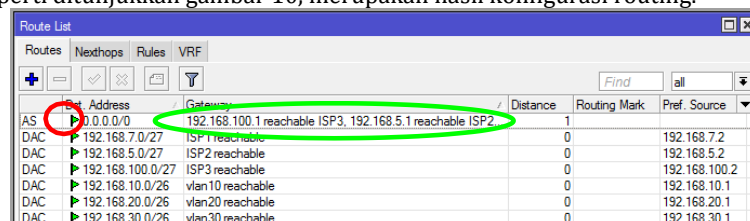
Langkah selanjutnya adalah mengkonfigurasi DNS pada *router* dan *default route* agar *client* dapat mengakses internet. Servers diisi dengan DNS google yaitu 8.8.8.8. Konfigurasi DNS ditunjukkan seperti pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Tampilan Hasil Mengkonfigurasi IP DNS

6. Konfigurasi Routing ECMP

Langkah selanjutnya adalah memasukkan gateway dari ISP ke dalam router. Jika Simbol didepan Dst-Address 0.0.0.0/0 adalah AS seperti pada gambar 4.7 yang diberi lingkaran merah, menandakan bahwa gateway dari ketiga ISP tersebut telah aktif dan dapat digunakan. Sedangkan untuk gambar dengan tanda lingkaran hijau seperti ditunjukkan gambar 10, merupakan hasil konfigurasi routing.



Gambar 10. Tampilan Hasil Mengkonfigurasi IP Routes

7. Konfigurasi Firewall Mangle dan Routing PCC

Langkah selanjutnya adalah membuat mangle pada mikrotik. Mangle digunakan untuk menandai paket yang akan dijalankan sebelum mengirimkannya ke internet. Terdapat beberapa mangle yang akan dikonfigurasi yaitu mangle untuk load balance dan mangle untuk management bandwidth pada Lab 1, Lab 2, dan Lab 3. Hasil mengkonfigurasi mangle input out ditunjukkan seperti pada gambar berikut.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	In. Inter.	Out. Inter.	Connection Mark	Per Connection Cl.	New Connection	New Routing Mark	Bytes	Packets
0	✓	input		ISP1					WAN1_conn		1002.8 KB	7 670
1	✓	input		ISP2					WAN2_conn		6.7 MB	103 382
2	✓	input		ISP3					WAN3_conn		1121.7 KB	8 022
3	✓	output							to_WAN1		106.6 KB	1 150
4	✓	output							to_WAN2		144.1 MB	127 689
5	✓	output							to_WAN3		109.7 KB	1 172

Gambar 11. Tampilan Firewall Mangle Input Dan Output

6	✓	pre-routing	192.168.7	vlan10					0.0	0
7	✓	pre-routing	192.168.5	vlan10					0.0	0
8	✓	pre-routing	192.168.10	vlan10					0.0	0
9	✓	pre-routing							0.0	0
10	✓	pre-routing							0.0	0
11	✓	pre-routing							0.0	0
12	✓	pre-routing							0.0	0
13	✓	pre-routing							0.0	0
14	✓	pre-routing							0.0	0
15	✓	pre-routing	192.168.7	vlan20					1472.2 KB	19 451
16	✓	pre-routing	192.168.5	vlan20					716.9 KB	12 767
17	✓	pre-routing	192.168.10	vlan20					0.0	0
18	✓	pre-routing							0.0	0
19	✓	pre-routing							0.0	0
20	✓	pre-routing							0.0	0
21	✓	pre-routing							0.0	0
22	✓	pre-routing							0.0	0
23	✓	pre-routing							0.0	0
24	✓	pre-routing	192.168.7	vlan30					620.9 KB	74
25	✓	pre-routing	192.168.5	vlan30					453.6 KB	72 229
26	✓	pre-routing	192.168.10	vlan30					146.8 B	21
27	✓	pre-routing							0.0	0
28	✓	pre-routing							0.0	0
29	✓	pre-routing							0.0	0
30	✓	pre-routing							0.0	0
31	✓	pre-routing							0.0	0
32	✓	pre-routing							0.0	0

Gambar 12. Tampilan Firewall Mangle Load Balance

Mangle input output pada gambar 4.12, berfungsi agar paket yang dikirim dan diterima melewati ISP yang sama. Nilai yang digunakan Classifier Per Connection Classifier (PCC) merupakan nilai N dari jumlah ISP yang digunakan.

Langkah selanjutnya adalah memasukkan gateway dari ISP ke dalam router. Jika Simbol didepan Dst-Address 0.0.0.0/0 adalah AS seperti pada gambar 13 yang diberi lingkaran merah, menandakan bahwa gateway dari ketiga ISP tersebut telah aktif dan dapat digunakan. Sedangkan untuk gambar dengan tanda lingkaran hijau seperti ditunjukkan gambar 14, merupakan hasil konfigurasi routing.

Routes	Nextops	Rules	VRF
AS	0.0.0.0/0	192.168.7.1 reachable ISP1, 192.168.5.1 reachable ISP2, 1...	1
AS	0.0.0.0/0	192.168.7.1 reachable ISP1	1 to_WAN1
AS	0.0.0.0/0	192.168.5.1 reachable ISP2	1 to_WAN2
AS	0.0.0.0/0	192.168.100.1 reachable ISP3	1 to_WAN3
DAC	192.168.5.0/24	ISP2 reachable	0
DAC	192.168.7.0/24	ISP1 reachable	0
DAC	192.168.100.0...	ISP3 reachable	0

Gambar 13. jumlah ISP yang digunakan

8. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan perintah ping, speedtest, dan tools graphing pada Mikrotik. Perintah ping dilakukan setelah melakukan instalasi dan konfigurasi ketiga ISP. Hal ini dilakukan untuk memeriksa koneksi dari client menuju gateway ISP. Setelah client dapat terhubung dengan ISP, pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan speedtest dengan membuka web www.speedtest.net. Pengujian dilakukan untuk menguji koneksi internet dan memperoleh nilai bandwidth masing-masing ISP, serta nilai bandwidth setelah dikonfigurasi load balance pada router.

9. Data Hasil Pengujian Sistem

Data hasil pengujian dari implementasi *load balance* dengan menggunakan perintah *ping*, *speedtest* dan aplikasi *tools graphing* Mikrotik dapat dilihat sebagai berikut.

Commented [A2]: Menandai jalur.

-Pengujian Ping

Hasil pengujian menggunakan perintah *ping* dapat dilihat pada gambar berikut.

```
C:\Windows\System32>ping 192.168.7.1

Pinging 192.168.7.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.7.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.7.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.7.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.7.1: bytes=32 time<1ms TTL=63

Ping statistics for 192.168.7.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Gambar 14. Pengujian *Ping Gateway ISP 1*

```
C:\Windows\System32>ping 192.168.5.1

Pinging 192.168.5.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.5.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.5.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.5.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.5.1: bytes=32 time<1ms TTL=63

Ping statistics for 192.168.5.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Gambar 15 Pengujian *Ping Gateway ISP 2*

```
C:\Windows\System32>ping 192.168.100.1

Pinging 192.168.100.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=63

Ping statistics for 192.168.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Gambar 16 Pengujian *Ping Gateway ISP 3*

-Pengujian Koneksi ISP dan Load Balance

Tabel 1. Hasil Pengujian Koneksi ISP Menggunakan Speed Test

Jaringan	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 2	
	Download	Upload	Download	Upload	Download	Upload
ESP 1	24.04 Mbps	25.73 Mbps	24.04 Mbps	25.67 Mbps	24.01 Mbps	25.05 Mbps
ESP 2	18.64 Mbps	5.18 Mbps	17.89 Mbps	5.11 Mbps	18.85 Mbps	5.21 Mbps
ESP 3	19.20 Mbps	3.98 Mbps	19.19 MBps	4.07 Mbps	19.85 Mbps	3.99 Mbps
PCC	62.70 Mbps	33.85 Mbps	62.28 Mbps	33.82 Mbps	60.68 Mbps	32.77 Mbps
ECMP	24.30 Mbps	24.95 Mbps	18.19 Mbps	18.19 Mbps	19.38 Mbps	5.18 Mbps

10. Pengukuran Dengan *Tools Graphing Mikrotik*

Tabel 2 Hasil Pengukuran *Bandwidth Download dan Upload*

Jaringan	Download			Upload		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
PCC	2.36 Mbps	2.76 Mbps	3.66 Mbps	155.31 Kbps	170.77 Kbps	213.85 Kbps
ECMP	1.64 Mbps	2.53 Mbps	3.59 Mbps	109.46 Kbps	274.43 Kbps	331.48 Kbps

Tabel 3 Hasil Pengukuran *Throughput Download dan Upload*

Jaringan	Download			Upload		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
PCC	295 Kbps	345 Kbps	457.5 Kbps	19.42 Kbps	21.35 Kbps	26.74 Kbps
ECMP	205 Kbps	316.25 Kbps	448.75 Kbps	13.68 Kbps	34.31 Kbps	41.44 Kbps

D. Simpulan

Router Mikrotik dapat menjalankan fungsi Load Balancing sesuai dengan kebutuhan. Untuk pengukuran ping, speedtest dan aplikasi tool graphing dapat disimpulkan, pengujian ping antara metode ecmp dan pcc di angak kurang dari 1ms, pengujian dengan speedtest metode pcc lebih baik daripada ecmp, pada pengujian dengan tool graphing mikrotik menunjukkan trafik antara ecmp dan pcc tidak jauh berbeda, di pengujian download metode pcc lebih baik daripada ecmp sedangkan pada upload ecmp lebih baik daripada pcc

E. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Semarang yang telah memberikan kesempatan dalam melakukan penelitian ini.

F. Referensi

- [1] Mahmud, M. (2019). Implementasi Load Balancing Metode Per Connection Classifier (PCC) dan Failover menggunakan Mikrotik (Studi Kasus: STMIK PalComTech). *Teknik Informatika*, 9(2), 175– 182.
- [2] Mustofa, A., & Ramayanti, D. (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*
- [3] Sujarwo, I., Desmulyati, D., & Budiawan, I. (2020). Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Pcc (Per Connection Classifier) Di Universitas

- Krisnadwipayana. JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer) , 5(2),171–176.
- [4] Setyawan, R. A. (2014). Analisis Implementasi Load Balancing dengan metode Source Hash Scheduling pada Protocol SSL. Jurnal EECCIS Vol. 8.
- [6] Suryanto, Prasetyo, T., & Hikmah, N. (2018). Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier (PCC) Dengan Failover Berbasis Mikrotik Router. Seminar Nasional Inovasi Dan Tren (SNIT),
- [7] Sukendar, T. (2017). Keseimbangan Bandwidth Dengan Menggunakan Dua ISP Melalui Metode Nth Load Balancing Berbasiskan Mikrotik. Jurnal Teknik Komputer Amik Bsi, III(1).
- [8] Warman, I., & Andrian, A. (2017). Analisis Kinerja Load Balancing Dua Line Koneksi DenganN Metode Nth (Studi Kasus : Laboratorium Teknik Informatika Institut Teknologi Padang). Jurnal TEKNOIF, 5(1), 56– 62