

# The Implementation of Failover Recursive Gateway and Load Balancing PCC Method on Internet Networks at Universitas Semarang

Surono<sup>1</sup>, Galih Setiarso<sup>2</sup>, Saiful Hadi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Dan Komunikasi, Universitas Semarang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50196 Indonesia

## Informasi Artikel

Diterima : 19 Januari 2025  
Revisi : 25 Januari 2025  
Publikasi : 20 Maret 2025

## Kata Kunci:

Failover Recursive Gateway  
Load Balancing Per Connection Classifier (PCC)  
Bandwidth Management Network Stability

## ABSTRAK

Penelitian ini mengimplementasikan dan menganalisis failover recursive gateway serta load balancing menggunakan metode Per Connection Classifier (PCC) pada jaringan internet Universitas Semarang untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi distribusi bandwidth. Metodologi melibatkan penggunaan Wireshark untuk pengujian dan analisis data jaringan. Hasil penelitian menunjukkan tiga pencapaian utama: (1) bandwidth dari kedua ISP terdistribusi merata, (2) sistem failover berfungsi optimal dengan pengalihan otomatis ke link aktif jika salah satu ISP terputus, dan (3) metode ini efektif menyeimbangkan bandwidth dan mengatasi gangguan koneksi. Sebelum implementasi, uji ping ke [www.google.com](http://www.google.com) menunjukkan rata-rata respons 62 ms, dengan kecepatan upload/download seimbang di 100 Mbps. Setelah implementasi, respons ping tetap stabil di 62 ms, namun kecepatan upload meningkat menjadi 158 Mbps dan download 144 Mbps. Penelitian ini membuktikan bahwa failover recursive gateway dan load balancing PCC meningkatkan stabilitas dan efisiensi jaringan, memberikan solusi handal untuk manajemen bandwidth dan kesinambungan koneksi di Universitas Semarang.

## ABSTRACT

This study implements and analyzes failover recursive gateway and load balancing using the Per Connection Classifier (PCC) method on the internet network at Universitas Semarang to enhance the reliability and efficiency of bandwidth distribution. The methodology involves using Wireshark for network data testing and analysis. The results demonstrate three main achievements: (1) bandwidth from both ISPs is evenly distributed, (2) the failover system functions optimally by automatically switching to the active link if one ISP fails, and (3) the method effectively balances bandwidth and manages connection disruptions. Before implementation, ping tests to [www.google.com](http://www.google.com) showed an average response time of 62 ms, with balanced upload/download speeds of 100 Mbps. After implementation, the ping response remained stable at 62 ms, while upload speeds increased to 158 Mbps and download speeds to 144 Mbps. This study proves that failover recursive gateway and PCC-based load balancing improve network stability and efficiency, providing a reliable solution for bandwidth management and connection continuity at Universitas Semarang.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



\*Penulis Koresponden

Email: [Surono@usm.ac.id](mailto:Surono@usm.ac.id)

Cara sitasi IEEE:

Surono, G. Setiarso, & S. Hadi “The Implementation of Failover Recursive Gateway and Load Balancing PCC Method on Internet Networks at Universitas Semarang” *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, vol. 5, no. 1, pp. 38-46, Maret 2025. doi: 10.30811/jaise.v5i1.6337

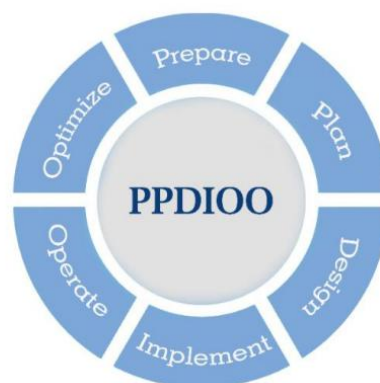
## 1. PENDAHULUAN

Jaringan Internet merupakan kebutuhan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi negara berkembang, apalagi bagi dunia Pendidikan teknologi jaringan internet sangat di perlukan untuk kebutuhan pembelajaran dan kebutuhan beragam lainnya. Dengan banyaknya kebutuhan yang sangat beragam ini membuat perlu tersedianya akses internet yang selalu stabil dalam kondisi apapun. Kebutuhan jaringan internet bagi kampus sangat penting dan sangat dominan karena semakin banyaknya server aplikasi dan kebutuhan akan jurnal - jurnal bagi mahasiswa begitu pula pada kampus universitas semarang sangat di perlukan koneksi internet yang sangat stabil. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut maka administrator jaringan harus bijak dalam memilih Internet Service Provider (ISP) yang akan kita gunakan. Menggunakan dua ISP atau lebih dapat dijadikan solusi untuk memenuhi kebutuhan internet[1]. Dengan 2 ISP atau lebih tersebut memungkinkan kestabilan jaringan internet akan terjaga , karena apabila salah satu jaringan internet mengalami gangguan / down secara otomatis jaringan backup akan berfungsi , dengan adanya 2 isp atau 2 koneksi jaringan internet tersebut maka peneliti akan menggabungkan 2 jaringan yang berbeda agar saling membackup menggunakan metode failover dan load balancing menggunakan Mikrotik, Penyeimbangan beban adalah cara untuk mendistribusikan tugas ke berbagai sumber daya[2].

Teknik Failover memungkinkan secara otomatis mengalihkan jaringan internet apabila ada salah satu jaringan internet ISP terjadi gangguan atau down sedangkan load balancing merupakan salah satu teknik routing yang dapat memanfaatkan beberapa ISP untuk dapat digunakan secara bersamaan atau saling membackup jika ISP lainnya down atau bermasalah[3], [4]. Ada berbagai metode yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode Per Connection Classifier (PCC) [5], [6]. PCC digunakan untuk mengelompokan traffic koneksi yang melalui router menjadi beberapa kelompok, sehingga router akan mengetahui jalur gateway yang dilewati diawal traffic koneksi dan pada paket-paket selanjutnya yang masih berkaitan dengan koneksi awalnya; selanjutnya akan dilewatkan pada jalur gateway yang sama[2], [6]. Pada penelitian ini menggunakan software wireshark dalam pengujian dan Analisa data yang di dapat, whireshark dapat menampilkan keadaan jaringan yang sedang berjalan. Wireshark memiliki beberapa fitur termasuk display filter language yang banyak dan kemampuan me-reka ulang sebuah aliran pada sesi TCP [7].

## 2. METODE

Dari data yang terkumpul kemudian dilakukan pengembangan suatu sistem menggunakan Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, and Optimize (PPDIOO) Network Lifecycle seperti pada Gambar 1 yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu[2], [8]



**Gambar 1** Skema PPDIOO

Model pengembangan sistem PPDIOO diawali dengan fase prepare sebagai langkah pertama[8]. Pada tahap ini, dilakukan serangkaian aktivitas yang meliputi investigasi dan analisis mendalam terhadap permasalahan yang dihadapi dalam jaringan. Selain itu, fase ini juga mencakup eksplorasi metode- metode efektif untuk melakukan pemantauan terhadap seluruh perangkat jaringan yang terhubung ke internet. Tujuan utama dari fase ini adalah untuk membangun pemahaman komprehensif tentang situasi jaringan saat ini dan

mengidentifikasi area-area yang memerlukan perbaikan atau pengembangan. Dengan mengumpulkan data dari semua hardware yang terhubung dengan masing-masing user, baik yang terhubung dengan LAN maupun Wireless. *Planning*, Fase berikutnya dalam proses pengembangan adalah tahap *plan*. Pada tahap ini, fokus utama untuk merancang dan merumuskan kebutuhan sistem secara menyeluruh. Ini mencakup identifikasi dan perencanaan spesifikasi perangkat keras (*hardware*) serta perangkat lunak (*software*) yang akan diimplementasikan. Tujuan utamanya adalah mempersiapkan semua komponen yang diperlukan untuk mengkonfigurasi sistem pemantauan. Sistem ini dirancang khusus untuk mengawasi dan mengelola berbagai perangkat yang terkoneksi dalam jaringan internet. Perencanaan yang matang pada tahap ini akan menjadi landasan penting bagi keberhasilan implementasi dan efektivitas sistem monitoring jaringan secara keseluruhan.

*Design*, Dalam tahapan *design* ini menggambarkan topologi jaringan yang ada di Universitas Semarang serta konfigurasi yang akan dilakukan pada masing-masing perangkat. *Implement*, Fase implementasi merupakan tahap krusial di mana seluruh rencana yang telah disusun sebelumnya direalisasikan. Aktivitas utama pada tahap ini meliputi pemasangan (*instalasi*) dan penyetelan (*konfigurasi*) berbagai komponen sesuai dengan rancangan topologi yang telah ditetapkan. Proses ini mencakup pengaturan mendetail pada setiap perangkat jaringan yang terlibat. Secara khusus, tahap ini berfokus pada konfigurasi tiga elemen kunci infrastruktur jaringan: server sebagai pusat layanan, router untuk pengelolaan lalu lintas data, dan switch untuk distribusi koneksi. Melalui implementasi yang cermat, tahap ini bertujuan untuk mewujudkan desain sistem yang telah direncanakan menjadi sebuah jaringan yang fungsional dan terintegrasi.

*Operate*, Dalam tahap ini melakukan pemantauan terhadap konfigurasi yang telah di laksanakan apakah terjadi mal fungsi atau terjadi error pada saat konfigurasi metode monitoring.

*Optimize*, Dari hasil konfigurasi dan implementasi kemudian dilakukan pemantau sehingga mendapatkan hasil yang maksimal dari implementasi monitoring jaringan tersebut. Perawatan, pemeliharaan, dan pengelolaan terhadap manajemen jaringan termasuk pula dalam fase ini.

Untuk mengoptimalkan distribusi beban trafik melalui dua jalur koneksi internet, diterapkan metode *Load Balancing*[5]. Metode ini bertujuan menciptakan keseimbangan dalam penggunaan kedua jalur tersebut. Sementara itu, implementasi metode *PCC* (*Per Connection Classifier*) memberikan manfaat ganda: meningkatkan kecepatan koneksi serta membagi beban secara efisien antara kedua gateway. Strategi ini dirancang untuk mencegah terjadinya *overload* pada salah satu gateway. Pendekatan penelitian yang digunakan melibatkan serangkaian teknik yang terstruktur, yang akan diuraikan lebih lanjut dalam metodologi penelitian. *Load Balancing*. Pembagian trafik data secara seimbang dari suatu koneksi jaringan internet 2 atau lebih koneksi agar mendapatkan kinerja yang seimbang dan kinerja yang optimal menggunakan metode *load balancing* , dengan 2 layanan jaringan internet ISP tersebut dapat digunakan secara bersamaan dan dapat digunakan sebagai backup jika terjadi masalah atau kegagalan dari penyedia layanan internet ISP lainnya[5]

*Load balancing* merupakan suatu strategi canggih dalam manajemen jaringan yang bertujuan untuk mendistribusikan beban lalu lintas data secara optimal melalui berbagai jalur koneksi yang tersedia. Tujuan utama dari teknik ini adalah *trifold*: pertama, meningkatkan *throughput* atau kapasitas pemrosesan data; kedua, meminimalkan waktu respons sistem; dan ketiga, mencegah terjadinya *kongesti* atau penumpukan data yang berlebihan pada satu titik jaringan. Dengan menerapkan *load balancing*, efisiensi dan kinerja jaringan dapat ditingkatkan secara signifikan, memastikan aliran data yang lancar dan seimbang di seluruh infrastruktur jaringan[6].

## 2.1. PCC (Per Connection Classifier)

*PCC* (*Per Connection Classifier*) adalah metode inovatif dalam *load balancing* yang memungkinkan pengelompokan lalu lintas koneksi yang melewati router. Metode ini mampu membagi beban secara efisien antara beberapa jalur koneksi internet, mencegah terjadinya *overload* pada satu jalur tertentu. Dikembangkan oleh Mikrotik dan diperkenalkan pada RouterOS versi 3.24, *PCC* menggunakan teknik canggih untuk mengoptimalkan distribusi data [1] Cara kerja *PCC* melibatkan ekstraksi informasi tertentu dari header IP paket data. Menggunakan algoritma hashing, informasi ini dikonversi menjadi nilai 32-bit. Selanjutnya, nilai tersebut diproses melalui operasi matematika yang melibatkan pembagian dengan denominator spesifik dan perbandingan sisa hasil bagi[9]. Jika hasil perbandingan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, paket data akan diarahkan sesuai aturan yang telah ditentukan. Fleksibilitas *PCC* terletak pada kemampuannya untuk membuat aturan berdasarkan berbagai parameter header IP, termasuk alamat sumber, alamat tujuan, port sumber, atau port tujuan[10]. Pendekatan ini memungkinkan administrator jaringan untuk merancang strategi *load balancing* yang sangat terperinci dan efektif, menyesuaikan dengan kebutuhan spesifik jaringan mereka [11].

## 2.2. Fileover

Implementasi Failover merupakan strategi yang umum diterapkan pada entitas yang menggunakan lebih dari satu penyedia layanan internet (ISP) untuk menjamin kelangsungan operasional. Konsep ini mengedepankan penggunaan salah satu ISP sebagai jalur utama, sementara yang lain berfungsi sebagai cadangan[9]. Sistem cadangan ini akan diaktifkan ketika jalur utama mengalami gangguan, memastikan kontinuitas layanan. Dalam konfigurasi Mikrotik, prioritas ISP dapat diatur dengan memodifikasi nilai jarak (distance) antar ISP[9][12]. ISP dengan nilai jarak lebih rendah, mendekati 1, akan diprioritaskan sebagai jalur utama. Metode ini memungkinkan pengaturan hierarki koneksi yang fleksibel dan sesuai kebutuhan[13].

Failover sendiri merujuk pada kemampuan sistem untuk beralih secara otomatis ke gateway alternatif ketika terjadi gangguan. Dalam skenario ini, gateway yang masih berfungsi akan mengambil alih peran gateway yang mengalami putus koneksi[14]. Mekanisme ini menjamin ketersediaan layanan yang berkelanjutan, meminimalkan dampak dari gangguan jaringan pada operasional sistem. Penerapan failover yang efektif memerlukan perencanaan yang matang dan konfigurasi yang tepat, memastikan transisi yang mulus antar gateway saat diperlukan. Strategi ini sangat penting dalam mempertahankan stabilitas dan keandalan jaringan, terutama untuk organisasi yang sangat bergantung pada konektivitas internet yang konsisten [7].

## 2.3. QOS

Quality of Service (QoS) [15] merupakan indikator kemampuan jaringan dalam menyajikan layanan yang optimal. Hal ini dicapai melalui pengelolaan kapasitas jaringan yang efisien, serta penanganan masalah jitter dan delay secara efektif. Kualitas QoS sangat bergantung pada infrastruktur jaringan yang digunakan. Beberapa parameter kunci dalam pengukuran QoS meliputi latency, jitter, packet loss, throughput, Mean Opinion Score (MOS), echo cancellation, dan Post Dial Delay (PDD)[16]. Setiap parameter ini memiliki peran penting dalam menentukan kualitas layanan secara keseluruhan. Performa QoS dapat terdegradasi oleh berbagai faktor, termasuk redaman sinyal, distorsi, dan gangguan noise[17]. Pemahaman dan pengelolaan faktor-faktor ini sangat penting untuk mempertahankan kualitas layanan yang tinggi. Evaluasi komprehensif terhadap QoS melibatkan analisis mendalam terhadap berbagai parameter. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi area-area yang memerlukan perbaikan, sehingga dapat dilakukan optimalisasi jaringan secara terarah dan efektif.

### 1. Throungput

sebagai biasa ada 4 golongan pengurangan performansi jaringan bersumber pada angka Throughput serupa dengan standar TIPHON ((Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Berlebihan Networks)[18] yakni semacam nampak pada tabel 1:

Tabel 1 Standart Througput

Kategori	Peak Jitter	Indexs
Sangat Bagus	0 MS	4
Bagus	1 s/d 75 ms	3
Sedang	76 s/d 125 ms	2
Jelek	126 s/d 225 ms	1

### 2. Paket loss

Dengan cara biasa ada 4 jenis penyusutan performansi jaringan bersumber pada angka packet loss cocok dengan standar TIPHON, yaitu seperti tampak pada tabel berikut:

Tabel 2 Standart Packet Loss

Kategori	Paket Loss	Indexs
Sangat Bagus	X < 3%	4
Bagus	1 s/d 75 ms	3
Sedang	76 s/d 125 ms	2
Jelek	126 s/d 225 ms	1

### 3. Jitter

Jitter biasanya diujarkan ragam delay bersinggungan dekat dengan latency, yang membuktikan banyaknya ragam delay pada transmisi informasi di jaringan[16]. Terus menjadi besar angka

jitter hendak menyebabkan angka QoS hendak terus menjadi turun. angka jitter wajib dilindungi seminimum bisa jadi, Ada 4 jenis penyusutan performansi jaringan bersumber pada angka peak jitter cocok dengan standar TIPHON.

Tabel 3 Nilai Jitter

Kategori	Peak Jitter	Indexs
Sangat Bagus	0 MS	4
Bagus	1 s/d 75 ms	3

#### 4. Delay

*Delay (latency)* merupakan durasi mengundurkan sesuatu paket yang disebabkan oleh cara transmisi dari satu titik mengarah titik lain yang jadi tujuannya [15], *Delay* didapat dari beda durasi kirim antara satu paket TCP dengan paket yang lain yang direpresentasikan dalam dasar second, angka delay cocok standar tiphon:

Tabel 4 Nilai Delay

Kategori	Peak Jitter	Indexs
Sangat Bagus	0 MS	4
Bagus	1 s/d 75 ms	3
Sedang	76 s/d 125 ms	2
Jelek	126 s/d 225 ms	1

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangkaian konfigurasi diperlukan dalam topik penelitian ini, Sebagian kecil tahapan ini kami tuangkan dalam bab ini dimana konfigurasi yang meliputi 1. Instalasi *Load Balance*, 2. Instalasi Nat 3. konfigurasi Mangle 4. Konfigurasi *Routing* dan *Fileover*, terlebih dahulu yang pertama melakukan konfigurasi pada client dan alat sesuai yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Instalasi Winbox pada PC yang di siapkan
2. Menyambungkan seluruh klien pada switch memanfaatkan kabel LAN. Melaksanakan komposisi IP address pada seluruhnya klien. Pemberian IP address

#### 3.1. Konfigurasi Load Balance

Konfigurasi yang di perlukan dalam load balace yaitu memasang LAN internet ISP 1 dan LAN dari ISP 2, perlu dilakukannya inialisasi interface dengan cara memberikan nama pada masing-masing interface sebagai berikut

1. Inialisasi Interface, memberikan nama interface pada jaringan WAN1 dan WAN2 dengan cara, klik Interfaces kemudian klik add new interface dan beri nama isp menjadi WAN1 dan ISP 2 menjadi WAN2 seperti pada gambar 2.

```
[admin@MikroTik] > interface print where name~"WAN"
Flags: D - dynamic, X - disabled, R - running, S - slave
#  NAME          TYPE          ACTUAL-MTU  L2MTU  MAX-L2MTU
0  R  ether1 WAN1-50M     ether         1500   1598   4074
1  R  ether2 WAN2-50M     ether         1500   1598   4074
```

Gambar 2 Pemberian Nama Interface

2. Konfigurasi IP- Dhcp-Client, Router yang digunakan memiliki dua interface yaitu interface "ISP1-eth1", ISP2-eth2, yang merupakan interface untuk melewati koneksi internet dari masing-masing ISP. Dengan pilih IP- DHCP-

Client=>add=>Interface=>Ether 1

dilakukan hal yang sama untuk ether 2 yang di sesuai untuk masing - masing ISP seperti pada gambar 3.

```
/ip dhcp-client
add disabled=no interface="ether1 WAN1-50M"
add disabled=no interface="ether2 WAN2-50M"
```

Gambar 3 Konfigurasi Ip-Dhcp-client

3. Konfigurasi ip Lokal, Konfigurasi IP address pada interface “LOKAL” dengan IP 192.168.37.1 dan subneting /24, pada interface “Ether3” Pilih IP Adress=>add=>interface=>Ether3, sebagai pada gambar 4 :

```
[admin@MikroTik] > ip address add address=192.168.37.1/24 interface=ether3
[admin@MikroTik] > ip address print detail
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
0 address=192.168.0.2/24 network=192.168.0.0 interface=ether1 WAN1-50M
  actual-interface=ether1 WAN1-50M
1 address=192.168.1.2/24 network=192.168.1.0 interface=ether2 WAN2-50M
  actual-interface=ether2 WAN2-50M
2 address=192.168.37.1/24 network=192.168.37.0 interface=ether3
  actual-interface=ether3
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 4 Pemberian IP Lokal

4. Konfigurasi Ip DNS, DNS server bermanfaat buat menggambarkan host name suatu pc ke IP address. tujuan DNS yang dipakai ialah DNS public yang punya oleh google IP=>DNS=>Server=>Masukan IP DNS Google (8.8.8.8)=>Apply Konfigurasinya di jelaskan pada gambar 5 berikut :

```
[admin@MikroTik] > ip dns set servers=8.8.8.8,1.1.1.1
[admin@MikroTik] > ip dns print
servers: 8.8.8.8,1.1.1.1
dynamic-servers:
use-doh-server:
verify-doh-cert: no
allow-remote-requests: no
max-udp-packet-size: 4096
query-server-timeout: 2s
query-total-timeout: 10s
max-concurrent-queries: 100
max-concurrent-tcp-sessions: 20
cache-size: 2048KiB
cache-max-ttl: 1w
cache-used: 25KiB
[admin@MikroTik] >
```

Gambar 5 IP DNS

Sampai di sini konfigurasi dasar yang dilakukan telah selesai. Tahap selanjutnya adalah melakukan konfigurasi load balancing menggunakan kedua metode PCC

### 3.2. Konfigurasi Nat (Network address Translation)

Bentuk nat dicoba alhasil computer klien bisa tersambung dengan internet, dicoba translasi dari IP local pada yang dipunyai klien ke IP khalayak. membagikan intruksi router supaya mengambil alih pangkal tujuan IP dari suatu paket ke tujuan IP khalayak yang dipunyai interface “ISP1” serta “ISP2” dengan tata cara masquerade Kemudian sehabis itu, paket hendak diteruskan ke gateway cocok dari tujuan paket, bentuk selaku selanjutnya Nat ISP 1 dan isp 2

IPFirewaal=>NAT=>Add=>Pilih Tab General chain=srcnat Out Tab Plih Tab Action interface=ether 1, sebagai berikut :

```
[admin@MikroTik] > ip firewall nat add chain=srcnat out-interface="ether1 WAN1-50M"
action=masquerade
[admin@MikroTik] > ip firewall nat add chain=srcnat out-interface="ether2 WAN2-50M"
action=masquerade
```

Gambar 6 Konfigurasi Nat ISP 1 &amp; isp 2

### 3.3. Konfigurasi Mangle

*Mangle* digunakan sebagai penandaan paket yang keluar dan masuk dari suatu interface sebelum paket itu diproses sesuai dengan rule routing yang dibuat. pada penelitian ini menggunakan beberapa perintah mangle yaitu : Chain Prerouting merupakan manipulasi paket di dalam router sebelum paket tersebut di di route-kan. Chain input merupakan paket yang di periksa terlebih dahulu sebelum memasuki salah satu interface serta diproses Chain output, cara pengecekan paket yang sudah diproses oleh router yang hendak mengarah pergi saat sebelum cara outing. Selanjutnya ini tahapan- tahapan buat melaksanakan bentuk pada mangle Konfigurasi Routing dan Fileover

Guna melanjutkan paket yang sudah diisyarati pada cara mangle, hingga wajib terbuat ketentuan terkini pada routing bagan supaya bisa melupakan paket informasi itu ke gateway ISP yang cocok dengan marking paket yang terbuat pada jenjang mangle. Bentuk Routing, buat memastikan rute koneksi, diperintahkan buat tiap routing mark dengan julukan" ISP1" hendak senantiasa lewat gateway 8. 8. 8. 8 serta buat seluruh routing mark dengan sebutan" ISP2" hendak senantiasa lewat gateway 1. 1. Selanjutnya ini perintah buat membuat ketentuan pada routing ISP 1

```
[admin@MikroTik] > /ip route
[admin@MikroTik] /ip route> add check-gateway=ping distance=1 gateway=8.8.8.8 routin
g-mark=ISP1 scope=10 comment="ISP1"
[admin@MikroTik] /ip route> █
```

Gambar 7 Routing ISP 1

Setelah konfigurasi Pada ISP 1 maka selanju nya pada ISP 2, Berikut ini perintah untuk membuat aturan pada routing ISP 2

```
[admin@MikroTik] /ip route> /ip route
[admin@MikroTik] /ip route> add check-gateway=ping distance=1 gateway=1.1.1.1 routin
g-mark=ISP2 scope=20 \
\... target-scope=20 comment="ISP2"
[admin@MikroTik] /ip route> █
```

Gambar 8 Routing ISP 2

### 3.4. Pengujian Konfigurasi /Sistem

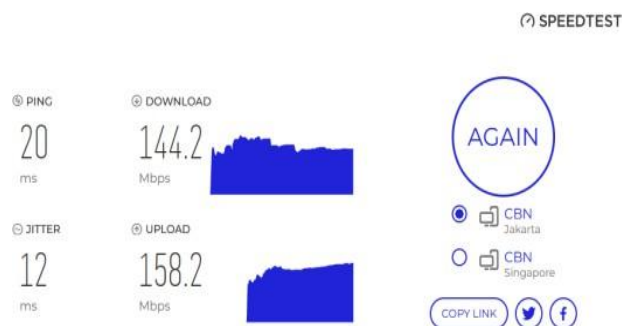
Pada tahap pengujian, tim peneliti melakukan dengan 2 tahap pengujian yaitu tahap pertama sebelum dilakukan konfigurasi sesuai tema penelitian serta yang ke dua setelah di lakukan konfigurasi sesuai tema, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana system yang di terapkan dapat berjalan secara optimal dan sesuai nilai rujukan.

1. Sebelum menggunakan Load balancing Pengujian test ping untuk mengetahui respon server beserta client pada jaringan internet , serta memonitor availability status komputer pada jaringan, dari test yang ping ke www.google.com yang dilakukan mendapatkan rata rata di angka 62 ms, serta hasil test speed mendapatkan nilai ping 20ms jitter 12ms dan untuk upload download berimbang 100Mbps.



Gambar 9 Hasil Speed Test sebelum Load Balancing

- Setelah menggunakan Load balancing Sebelum menggunakan Load balancing Pengujian test ping untuk mengetahui respon server beserta client pada jaringan internet , serta memonitor avalibility status komputer pada jaringan, dari test yang ping ke [www.google.com](http://www.google.com) yang dilakukan mendapatkan rata rata di angka 62 ms, serta hasil test speed mendapatkan nilai ping 20ms jitter 12ms dan untuk upload 158Mbps download 144Mbps

Gambar 10 sesudah di laksanakan *Load Balancing*

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan penting terkait implementasi metode failover recursive gateway dan load balancing PCC pada jaringan internet Universitas Semarang. Pertama, metode ini berhasil mendistribusikan bandwidth internet dari kedua ISP secara merata. Kedua, sistem failover terbukti efektif, dengan koneksi secara otomatis dialihkan ke link ISP yang aktif jika salah satu link terputus. Ketiga, metode ini mampu membagi bandwidth secara adil dan mengelola gangguan koneksi dengan baik, memastikan kelancaran koneksi data internet.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan keberhasilan implementasi, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, penelitian ini fokus pada jaringan menengah ke bawah, sehingga diperlukan studi lanjutan untuk implementasi pada jaringan yang lebih besar. Kedua, disarankan untuk menerapkan manajemen bandwidth agar koneksi antar klien dapat terdistribusi secara merata.

Untuk memastikan kinerja optimal, disarankan agar kedua ISP memiliki spesifikasi koneksi dan perangkat keras yang seimbang. Hal ini akan membantu menjaga keseimbangan beban dan meningkatkan efektivitas sistem secara keseluruhan. Dengan mempertimbangkan saran- saran ini, metode yang digunakan memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi solusi yang lebih komprehensif dan efektif untuk manajemen jaringan internet di institusi pendidikan tinggi.

#### REFERENSI

- I. G. Adnyana, A. A. G. B. Ariana, A. A. G. Ekayana, P. R. Iswardani, dan I. G. H. Raharja, "Implementasi Dns Server Menggunakan Pi-Hole Untuk Internet Sehat Dan Aman Di Smk Pratama Widya Mandala Badung," *J. Widya Laksmi J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, hal. 135–139, 2024, doi: 10.59458/jwl.v4i1.71.
- R. S. Kusuma, "Analisa Perbandingan QoS (Quality Of Service) Teknik Load Balancing Metode PCC (Peer Connection Classifier) Pada Manajemen Shared Dan Dedicated Bandwidth Terhadap Layanan Video StreamingNo Title," *Univ. Muhammadiyah Jember.*, vol. 3496, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unmuhjember.ac.id/id/eprint/3495>
- R. Alkatiri, E. Gunawan, dan S. M., "Analisis Perbandingan Metode Load Balancing PCC dan ECMP Menggunakan Mikrotik Hap Late Rb941," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, hal. 18–22, 2021, doi: 10.52046/j-tifa.v4i1.1207.

- [4] I. N. Bernadus, P. W. Rahayu, dan I. M. D. Ardiada, "Load Balance Design Using Ecmp (Equal Cost Multi Path) Method on Mikrotik Routerboard 750Gr3," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 10, no. 2, hal. 137–142, 2022, doi: 10.35508/jicon.v10i2.8225.
- [5] I. Sujarwo, D. Desmulyati, dan I. Budiawan, "Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Pcc (Per Connection Clasifier) Di Universitas Krisnadwipayana," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komputer)*, vol. 5, no. 2, hal. 171–176, 2020, doi: 10.33480/jitk.v5i2.1184.
- [6] M. F. Darmawan dan S. Risnanto, "Implementasi Failover Gateway Recursive Dan Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 8, no. 2, hal. 56, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.1887.
- [7] A. Jayadi dan F. Sadamaputra, "Implementation of Failover on Mikrotik Router Using Check Gateway and Distance Parameters," *J. Secur. Comput. Information, Embed. Network, Intell. Syst.*, vol. 8329, hal. 36–43, 2023, doi: 10.61220/scientist.v1i2.20231.
- [8] A. H. Syahrani dan B. Yuliadi, "Load Balancing On Mikrotik at Karang Jaya Health Center Using NTH Method," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 11, no. 2, hal. 267–282, 2023, doi: 10.33558/piksel.v11i2.7107.
- [9] A. Wahid, S. G. Zain, dan J. M. Parenreng, "Implementation of Load Balancing Using the PCC ( Per Connection Classifier ) Method on Computer Networks to Improve Responsiveness," *Internet Things Artif. Intell. J.*, vol. 04, 2024, doi: 10.31763/iota.v4i4.810.
- [10] A. W. Fiqri dan A. Prapanca, "Analisis Kinerja Dan Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode PCC (Per Connection Classifier) Pada SMP Negeri 53 Surabaya," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 5, no. 03, hal. 331–343, 2024, doi: 10.26740/jinacs.v5n03.p331-343.
- [11] S. Suryanto, T. Prasetyo, dan N. Hikmah, "Implementasi load balancing menggunakan metode per connection classifier (PCC) dengan failover berbasis mikrotik router (studi kasus PT. Sumber Rejeki Power)," *Semin. Nas. Inov. dan Tren*, vol. 1, no. 1, hal. 203–238, 2018.
- [12] T. R. Fakhurrazi, A. Adriansyah, S. Budiyanto, J. Andika, S. C. Haryanti, dan U. A. Rachmawati, "Load balance optimization in peer classifier robin method as hybrid from peer connection classifier and round robin methods," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 16, no. 3, hal. 2528–2543, 2021.
- [13] R. Fahrizal, M. I. Santoso, dan M. Z. Arifin, "Implementation Multipath Routing with Equal Cost Multipath (ECMP) and per Connection Classifier (PCC)," *Proceeding - 2020 2nd Int. Conf. Ind. Electr. Electron. ICIEE 2020*, hal. 169–173, 2020, doi: 10.1109/ICIEE49813.2020.9277496.
- [14] E. R. Amalia, Nurheki, R. Saputra, C. Ramadhana, dan E. H. Yossy, "Computer network design and implementation using load balancing technique with per connection classifier (PCC) method based on MikroTik router," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 216, hal. 103–111, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.116.
- [15] A. Khudori dan F. Septia Nugraha, "Implementasi Fail Over Dan Load Balance Untuk Grouping Jalur Koneksi User Dan Monitoring," *J. Infortech*, vol. 4, no. 2, hal. 120–125, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech120>
- [16] Valia Yoga Pudya Ardhana dan M. D. Mulyodiputro, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB)," *J. Informatics Manag. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, hal. 70–76, 2023, doi: 10.47065/jimat.v3i2.257.
- [17] N. Iman, C. R. Hassolthine, dan R. Sahara, "Sistem Monitoring Topologi Jaringan Load Balancing Berbasis Open Source Zabbix," *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 7, no. 1, hal. 27–34, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire/article/view/1137>
- [18] E. D. Sitanggang, M. Sembiring, dan ..., "Pengembangan Layanan Pemblokiran Situs Bermuatan Negatif menggunakan DNS Sinkhole dan Layanan DNS Quad 9 dengan Metode PPDIOO," *LOFIAN J. Teknol. ...*, vol. 3, no. 2, 2024, doi: 10.58918/lofian.v3i2.240.