

## IMPLEMENTASI LOAD BALANCING METODE PER CONNECTION CLASSIFIER DAN FAILOVER RECURSIVE MENGGUNAKAN MIKROTIK

Bilal Magfa Ribhi Rahmat<sup>1</sup>, Anton<sup>2</sup>, Fitra Septia Nugraha<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Teknologi Informasi – Universitas Nusa Mandiri

bilalmagfa@gmail.com<sup>1</sup>, anton.ant@nusamandiri.ac.id<sup>2</sup>, fitra.fig@nusamandiri.ac.id<sup>3</sup>

### Abstract

With the rapid development of technology, a company or agency must adapt systems that are evolving fast day by day. At PT Global Teknologi Servisindo have problems faced with several problems due to complaints from employees who are constrained by a slow internet connection. Inadequate facilities such as devices to manage all internet connection systems and providers who are not yet able to accommodate the burden of internet lines. The implementation of load balancing with pcc and recursive failover methods enables internet connection and optimizes internet paths effectively. The device used is the Mikrotik RB1100ahx and to configure the load balancing and failover system using the Winbox software. The use of load balancing and failover can reduce internet paths so that there is no overload on the internet network. The results obtained by building a load balancing and failover system that maximizes internet connections properly and reduces overloads on internet lines, this proves that load balancing and failover are running well according to the configuration made.

**Keywords:** *Internet, Load Balancing, Failover, Mikrotik, Winbox*

### Abstrak

Dengan adanya perkembangan teknologi yang pesat suatu perusahaan atau instansi harus menyesuaikan sistem - sistem yang hari demi hari terus berevolusi cepat. Pada PTGlobal teknologi servisindo mempunyai permasalahan yang dihadapi dengan beberapa masalah karena keluhan dari karyawan yang terkendala dengan koneksi internet yang lambat. Fasilitas yang kurang memadai seperti perangkat untuk mengatur semua sistem koneksi internet dan provider yang belum sanggup untuk menampung beban jalur internet. Implementasi load balancing dengan metode pcc dan failover recursive memungkinkan koneksi internet dan mengoptimalkan jalur internet dengan efektif. Perangkat yang digunakan mikrotik RB1100ahx dan untuk mengkonfigurasi sistem load balancing dan failover menggunakan perangkat lunak winbox. Penggunaan load balancing dan failover ini dapat meredam jalur internet supaya tidak terjadi kelebihan muatan pada jaringan internet. Hasil dari penguian load balancing menggunakan metode pcc sehingga dapat disimpulkan penggunaan metode tersebut dapat memaksimalkan koneksi internet dengan baik dan meredam adanya kelebihan muatan pada jalur internet, hal ini membuktikan bahwa load balancing dan failover berjalan dengan baik sesuai dengan konfigurasi yang dilakukan

**Kata kunci:** *Internet, Load Balancing, Failover, Mikrotik, Winbox*

### 1. Pendahuluan

Perkembangan pesat internet membutuhkan penyeimbang dalam menjaga konektifitas dan stabilitas jaringan. konektifitas menjadi salah satu aspek yang menjadi prioritas dalam sebuah jaringan, maka dari itu koneksi internet di tuntut untuk selalu stabil dan bebas gangguan, tapi tidak selamanya sebuah koneksi berjalan dengan lancar dan stabil. Biasanya terdapat berbagai macam gangguan dalam sebuah jaringan, maka

diperlukannya manajemen backup dari jaringan yang sedang berjalan sehingga jika salah satu mengalami gangguan maka akan ada backup.[1]

PT Global Teknologi Servisindo adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengadaan komputer dan suku cadang, jasa konsultasi perangkat lunak, dan jasa konsultasi manajemen, dengan fokus utama sebagai perusahaan yang menyediakan solusi teknologi informasi yang terintegrasi untuk industri minyak dan gas bumi.

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pengadaan komputer dan suku cadang dan konsultasi perangkat lunak, diharuskan PT Global Teknologi Servisindo memberikan layanan kepada client dengan baik.

Namun seringkali terjadi permasalahan pada jaringan komputer atau internet yang dapat menghambat dalam pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan, PT. Global teknologi servisindo mempunyai permasalahan yang dihadapi dengan beberapa masalah masalah itu semua karena keluhan dari client dan karyawan yang terkendala dengan sistem yang masih belum di-update. Solusi yang akan digunakan diantaranya menggunakan dua ISP dan menjadikan mikrotik sebagai *load balancer*. Mekanismenya yaitu mikrotik akan menandai paket yang mengakses internet, memilih jalur ISP mana yang akan dilewatinya dan menyetarakan beban ISP. Pemilihan metode PCC dikarenakan metode tersebut memenuhi kriteria karena dapat meningkatkan kecepatan koneksi dan membagi beban pada kedua gateway agar tidak terjadi overload [2].

Mekanismenya yaitu mikrotik akan menandai paket yang ingin mengakses internet, lalu menyetarakan beban pada kedua ISP dan akan memilih jalur ISP mana yang akan dilewatinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dua layanan ISP dengan metode load balancing PCC dan Failover agar tidak terjadi gagalnya koneksi karena hanya menggunakan satu layanan servis internet dan membagi beban traffic pada ISP [3].

Menurut [4] teknik load balance pada router Mikrotik dengan metode PCC (Per Connection Classifier) dapat memisahkan koneksi internet melalui dua jalur ISP yang tersedia sehingga mampu mengatasi permasalahan penumpukan traffic pada salah satu link ISP sehingga dapat mengurangi latency dan meningkatkan performa jaringan yang ada.

Menurut [5] penerapan load balancing dapat menyeimbangkan nilai throughput dan meminimalkan nilai packet loss. Nilai throughput pada Nth lebih stabil disetiap client daripada PCC. Namun nilai packet loss pada PCC lebih kecil daripada Nth. Nilai delay dan jitter tidak berpengaruh pada penerapan load balancing, namun PCC memiliki nilai delay dan nilai jitter yang lebih kecil dibandingkan Nth. Mekanisme failover berjalan baik pada kedua metode load balancing, namun mekanisme failover pada Nth lebih cepat daripada PCC dengan nilai downtime sebesar 3 detik. Oleh karena itu penulis melakukan suatu usulan sistem-sistem baru yang akan di implementasikan di PT. Global teknologi servisindo ini seperti load balancing menggunakan metode pcc dan failover recursive supaya keluhan-keluhan yang ada saat ini bisa teratasi.

Dalam merancang jaringan penulis memiliki beberapa kebutuhan seperti device dan software yang berfungsi untuk merealisasikan rancangan ini yaitu salah satu nya adalah dari hardware penulis memerlukan Mikrotik RB1100AHX4 untuk mengkonfigurasi rancangan yang sudah disiapkan penulis, kabel LAN yang diperuntukan menyambungkan beberapa device ke mikrotik dan software nya yaitu menggunakan winbox. Perancangan yang akan dibuat penulis akan merubah topologi jaringan yang telah ada di perusahaan maka dari itu perlu merangkai jaringan yang sesuai dengan rancangan seperti memindahkan device isp dari lantai 1 ke ruangan server yang berada di lantai 2 dan menyambungkan seluruh device ke Mikrotik RB1100ahx4 pada setiap ethernet. Untuk mengetahui sistem jaringan yang dirancang oleh penulis dan telah terkonfigurasi semua dengan baik adalah dengan cara penulis mengecek speed di browser dapat dilihat kestabilan jaringan dalam perusahaan Ketika sudah terpasang load balancing, dan untuk mengetahui sistem failover ini sendiri karena penulis menggunakan metode recursive untuk test nya yaitu dengan cara mematikan arus isp 1 dan isp 2 masih hidup apakah masih membackup jaringan dengan stabil dan tidak ada kendala atau sebaliknya Ketika isp 2 dimatikan apakah isp 1 masih bekerja dengan maksimal untuk membackup jaringan yang ada di perusahaan.

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan tentang konfigurasi load balancing pcc dan failover recursive jaringan internet di PT Global Teknologi Servisindo melingkupi 2 (dua) ISP (Internet Service Provider) terdiri dari Biznet dan Varnion, 1 (satu) unit router Mikrotik RB1100AHX4, 1 (satu) unit switch D-Link 48 port, 4 (dua) unit access point. Serta 1 (satu) buah komputer yang diinstall tools winbox.

## 2. Tinjauan Pustaka

Menurut [4] teknik *load balance* pada router Mikrotik dengan metode PCC (*Per Connection Classifier*) dapat memisahkan koneksi internet melalui dua jalur ISP yang tersedia sehingga mampu mengatasi permasalahan penumpukan *traffic* pada salah satu link ISP sehingga dapat mengurangi *latency* dan meningkatkan performa jaringan yang ada.

Menurut [5] penerapan *load balancing* dapat menyeimbangkan nilai throughput dan meminimalkan nilai *packet loss*. Nilai *throughput* pada Nth lebih stabil disetiap *client* daripada PCC. Namun nilai *packet loss* pada PCC lebih kecil daripada Nth. Nilai delay dan jitter tidak berpengaruh pada penerapan *load balancing*, namun PCC memiliki nilai *delay* dan nilai *jitter* yang lebih kecil dibandingkan Nth. Mekanisme *failover* berjalan baik pada kedua metode *load balancing*, namun mekanisme *failover* pada Nth

lebih cepat daripada PCC dengan nilai *downtime* sebesar 3 detik.

Menurut [3] pada pengujian dapat dibuktikan bahwa dengan menggunakan 2 layanan ISP dengan *load balancing* PCC dan jauh lebih baik terhadap layanan koneksi jaringan internet dikarenakan terdapat sistem yang selalu siaga ketika terjadi lost koneksi pada salah satu link. Dengan sistem blok IP secara otomatis dapat melindungi server mikrotik dari serangan *hacker*.

### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di lokasi kantor PT. Global Teknologi Servisindo yang beralamat di Permata Senayan A-05, Jl. Tentara Pelajar, Jakarta Selatan. Waktu penelitian dilakukan selama 2 (dua) bulan yang dilangsungkan nya penelitian antara bulan Desember sampai bulan Januari 2022.

Penelitian dilakukan dengan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak diantara nya adalah:

#### 1. Mikrotik

Dalam buku [5] Mikrotik adalah sistem operasi dan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menjadikan komputer menjadi router network yang handal, mencakup berbagai fitur yang dibuat untuk IP network dan jaringan wireless, cocok digunakan oleh ISP, provider hotspot dan warnet. Mikrotik didesain untuk mudah digunakan dan sangat baik digunakan untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah sistem jaringan komputer skala kecil hingga yang kompleks sekalipun. Belakangan ini banyak usaha warnet yang menggunakan Mikrotik sebagai routernya, dan hasilnya mereka merasa puas dengan apa yang diberikan Mikrotik. Terlebih kemajuan dunia wireless yang menyajikan berbagai macam pelayanan mulai melirik benda yang satu ini, berikut ini adalah jenis-jenis Mikrotik.

Pada penelitian ini penulis menggunakan mikrotik RB1100ahx yang digunakan untuk menerapkan rancangan *load balancing* dan *failover*, berikut kelebihan dan kekurangan dari mikrotik tersebut:

Kelebihan dari mikrotik RB1100ahx4:

- Tidak butuh resource listrik yang tinggi hanya cukup 24volt saja
- License resmi
- Tidak membutuhkan banyak tempat.
- Tidak rentan kena hdd Corupt atau juga badsector karena bukan mengandalkan putaran piringan seperti hardisk
- Tidak ada proses instalasi ulang karena ketika kamu beli RB biasanya sudah include sama OS Mikrotik
- Bisa di dapatkan di banyak vendor jaringan karena sudah populer nya RB di dunia jaringan
- Garansi terjamin apabila ada kerusakan.

Kekurangan dari mikrotik RB1100ahx4:

- Apabila ada komponen yang rusak misalkan ethernet 1 maka susah buat mengganti komponen tersebut.
- Untuk mereset password apabila kamu ada kendala lupa password sangat mudah cukup tekan tombol reset nya saja.
- Tidak membutuhkan yang namanya device tambahan seperti monitor cukup dengarkan beep nya saja pada saat booting RB nya [6].

#### 2. Switch

Kabel jaringan biasanya tidak dihubungkan secara langsung ke komputer lainnya. Melainkan, setiap komputer dihubungkan dengan kabel ke alat yang dinamakan switch. Switch, sebaliknya menghubungkannya ke jaringan. setiap switch memuat beberapa buah port, biasanya 8 atau 16. Dengan demikian dapat menghubungkan switch 8 port untuk menghubungkan delapan buah komputer. Switch dapat dihubungkan satu sama lain untuk membangun jaringan yang lebih besar. Jaringan lama mungkin masih ada yang menggunakan alat yang dinamakan hub selain switch. Hub menyediakan fungsi yang sama seperti switch tetapi tidak seefisien switch [7].

#### 3. Winbox

Winbox merupakan aplikasi default dari mikrotik untuk melakukan administrasi routerboard semua fungsi dari router bisa diatur dan mendukung protocol MNDP (Mikrotik Neighbors Discovery Protocol) yang merupakan protokol yang bisa mengenali semua router mikrotik yang terhubung langsung dengan PC maupun router yang sudah tersambung ke dalam jaringan [8].

Penelitian dilaksanakan dengan sesuai dengan tahapan metode *load balancing* pcc dan *failover* recursive menggunakan mikrotik RB1100ahx, Tahapan metode penelitian dimulai dari membuat analisa kebutuhan, memaparkan beberapa perangkat yang sangat penting dan merupakan kebutuhan utamanya, dua buah koneksi internet dari dua ISP yang berbeda, satu buah router mikrotik, winbox, dan mikrotik software. Mendesain topologi jaringan, dan skema jaringan, dengan melakukan berbagai konfigurasi baik pada mikrotik Routerboard, PCC dan Failover, serta IP Address dan mangle, konfigurasi pembagian bandwidth Internasional dan lokal, berikutnya testing jaringan dari keadaan link normal pada awal metode PCC sampai keadaan gagal link, dan melakukan simulasi pada winbox [3].

### 4. Hasil dan Pembahasan

Jaringan komputer di PT Global Teknologi Servisindo terdapat 1 ISP yaitu Varnion yang tersambung ke dalam routerboard melalui kabel fiber optic lalu tersambung dengan firewall, lalu tersambung ke router mikrotik yang berada pada

### Network Diagram

Internet 175.176.164.146

Kilobit 192.168.0.248

Router Netgear RT300 (SengKra) 192.168.1.1

Access Point (SengKra, backup) 192.168.1.147

Access Point (SengKra) 192.168.1.2

AG-ginus-1-PC 192.168.1.3

QTS-CS-PC 192.168.1.4

HP Laserjet M152 192.168.1.6

HP Color Laser Pro MFP M177 192.168.1.8

HP Laserjet 200 M272 192.168.1.5

Router ASUS RT-AC87U (QTS-C3) 192.168.2.47

Port 24

PT. Citra Teknologi Semarang

Arsitektur jaringan yang digunakan di PT Global Teknologi Servisindo saat ini mempunyai 5 IP *Public* untuk digunakan untuk konfigurasi *static IP address* pada jaringan lan nya dan menggunakan konfigurasi *dhcp server* untuk *IP address* pada jaringan wlan nya. Sedangkan untuk memonitoring koneksi internet dan konfigurasi nya menggunakan *software winbox* dikarenakan memakai *routerboard mikrotik* oleh karena itu salah satu *software* yang *support* untuk mengkonfigurasi kebutuhan perusahaan dengan baik.

- Untuk jaringan berjalan pada PT Global Teknologi Servisindo menggunakan IP Address Kelas C.[9]

| NO | Nama                 | IP Address      | Subnetmask    |
|----|----------------------|-----------------|---------------|
| 1  | Server (3 Unit)      | 192.168.100     | 255.255.255.0 |
| 2  | PC Client (5 Unit)   | 192.168.1.0/24  | 255.255.255.0 |
| 3  | Client Wifi (4 Unit) | 192.168.10.1/24 | 255.255.255.0 |

### A. Rancangan Jaringan Usulan

### Topologi Global Teknologi Servisindo

The diagram illustrates the network topology for Global Teknologi Servisindo. At the top is a Mikrotik RB 1100ahx4 router. It has five Ethernet ports (Ethernet 1 to Ethernet 5) and a WAN port. Ethernet 1 connects to a Biznet modem (192.168.18.37/24) via Port 4. Ethernet 2 connects to a Varion modem (192.168.10.1/24) via Port 1. Ethernet 3 connects to a bridge (192.168.1.1/24) via Port 1. Ethernet 4 connects to a DHCP server. Ethernet 5 connects to a D-Link switch via Port 1. The WAN port connects to two wireless LANs: Lantai 1 - Meeting Room and Lantai 2 - Finance Room. The bridge connects to a Load Balancing PC and a Failover Recursive server. The D-Link switch has two lines: Line L1.1 connects to a Meeting 1B Port, and Line L1.2 connects to a Fax/Print 2C Port, a 2m 2D Port, and a Chesi 2E Port.

287

Dalam manajemen jaringan yang akan di implementasi ini bertujuan untuk membantu meminimalisir apabila terjadi gangguan koneksi pada isp pertama pada perusahaan. Penulis mengusulkan diterapkannya teknik *load balancing* dengan metode pcc supaya dapat membagi beban *traffic* yang cukup besar yang membuat *overload* pada satu isp maka dari itu penulis mengusulkan *load balancing* dengan metode pcc sedangkan sistem *failover recursive* supaya ketika terjadi gangguan koneksi pada isp pertama pc *client* tetap mendapatkan koneksi internet karena adanya *backup* koneksi pada isp kedua agar koneksi internet menjadi lebih stabil. Dan dengan perubahan yang penulis buat diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang terdapat pada jaringan sebelumnya. Berikut daftar tabel IP Address rancangan yang diusulkan penulis:

Tabel 2. IP Address Jaringan Usulan

| N O | IP Address           | Gateway      | Kelas | Jangka uan | Keterangan  |
|-----|----------------------|--------------|-------|------------|-------------|
| 1   | 192.168.18.9<br>7/24 | 192.168.18.0 | C     | 100m       | ISP Biznet  |
| 2   | 192.168.10.7<br>4/24 | 192.168.10.0 | C     | 100m       | ISP Varnion |
| 3   | 192.168.1.1/<br>24   | 192.168.1.0  | C     | 100m       | Bridge LAN  |

Pada keamanan jaringan usulan, penulis akan membahas router mikrotik RB1100ahx yang terdapat firewall dipergunakan untuk sebagai keamanan jaringan yang ada di PT Global Teknologi Servisindo diantara nya yaitu:

#### 1. NAT (Network Address Translation)

Fungsi pada NAT ini yaitu untuk melakukan pengubahan IP address pengirim maupun penerima dari sebuah paket data.

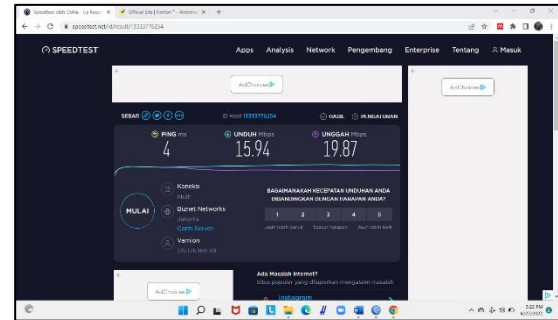
#### 2. Mangle

Fungsi mangle yaitu untuk menandai sebuah koneksi atau paket data, yang melewati router, masuk ke router, ataupun keluar dari router, dan fungsi lainnya yang penulis konfigurasi pada sistem mangle yaitu pcc (*per-connection classifier*) yang berfungsi untuk metode yang menspesifikasikan suatu paket menuju gateway koneksi tertentu. Pcc mengelompokkan trafik koneksi yang akan melalui atau keluar masuk router menjadi beberapa kelompok. Mikrotik akan mengingat-ingat gateway yang telah dilewati di awal trafik koneksi, sehingga pada paket-paket data selanjutnya yang masih berkaitan dengan paket data sebelumnya akan dilewatkan pada jalur gateway yang sama.[10]

## B. Pengujian Jaringan Usulan

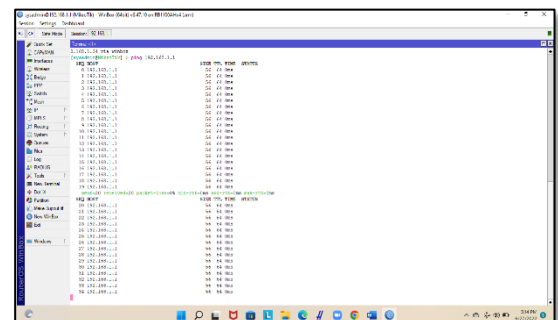
### 1. Pengujian Load Balancing dengan metode pcc

Pengujian terakhir dilakukan untuk mengecek *bandwith* yang dihasilkan dari *load balancing* dengan pcc, pengujian dilakukan menggunakan perangkat penulis dengan *speedtest* melalui *google*.



Gambar 3. Check koneksi akhir

Pada gambar diatas adalah hasil pengujian tahap akhir untuk mengecek koneksi internet setelah menggabungkan dua isp menjadi satu didalam sistem mikrotik rb1100ahx dengan menggunakan metode pcc (*Per-connection Classifier*) pada gambar tersebut dapat dilihat perbedaan kecepatan unduh dan unggah nya setelah terimplementasi sistem *load balancing*.



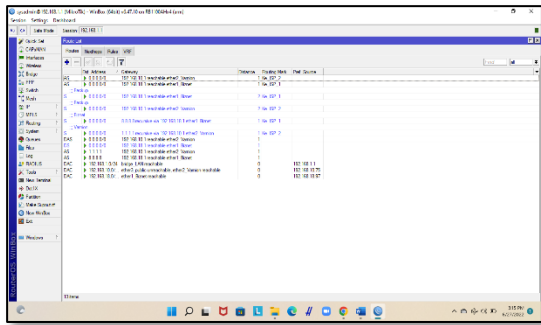
Gambar 4. PING Bridge

Pada gambar diatas adalah pengujian test ping pada IP 192.168.1.1 yaitu *bridge* LAN, pengujian *ping* terhadap *bridge* untuk mengetahui koneksi internet untuk area kantor sudah dapat *reply* atau bisa mengakses internet.

### 2. Pengujian Failover Recursive

Pengujian terakhir dalam sistem yang diusulkan penulis yaitu *failover recursive* yaitu fungsi nya untuk ketika salah satu isp *down* atau koneksi internet nya bermasalah dari server vendor tersebut akan di *backup* ke isp satu nya yang koneksi internet nya sedang baik dan stabil.





Gambar 5 Hasil Failover

Pada gambar diatas dapat dilihat untuk link backup bisa diketahui dengan keterangan di atas yang sudah diberi nama *backup* fungsi dari *failover* ini sendiri untuk ketika isp *varnion* sedang *maintenance* langsung di *backup* dengan isp *biznet*.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan penelitian yang telah di uraikan, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu dengan menghubungkan 2 ISP secara bersamaan dalam mikrotik RB1100ahx dengan menerapkan teknik load balancing dapat mengatasi permasalahan yang di sebabkan pada koneksi internet local yang kurang stabil.

Metode load balancing yang digunakan dengan PCC telah menghasilkan traffic berjalan optimal, memaksimalkan *throughput bandwidth* dan meminimalisir terjadi nya *overload*.

Metode *failover* yang diterapkan yaitu dengan *Recursive* telah menghasilkan jika salah satu ISP terputus, *check gateway* akan memutuskan jalur dan menggunakan jalur ISP backup yang aktif.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis akan memberikan saran-saran untuk menunjang kinerja yang akan lebih efektif pada PT Global Teknologi Servisindo, diantaranya ialah:

1. Ditingkatkan produktivitas dalam kinerja, dan perlu adanya perawatan secara berskala terhadap jaringan didalam atau diluar perusahaan.

2. Disarankan untuk penelian selanjutnya dapat ditingkatkan lagi media-media yang sudah ada di kantor diantara lain RB1100ahx dengan menambahkan beberapa sistem didalam nya.
3. Diharapkan penelitian yang akan datang untuk melakukan perbandingan dengan sistem yang penulis telah rancang sebelum nya seperti *load balancing* dengan metode pcc dan *failover* dengan metode *Recursive* agar dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing sistem yang tersedia.

## Daftar Rujukan

- [1] A. Ridho Gumelar *et al.*, "IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DENGAN ALGORITMA EQUAL COST MULTI PATH (ECMP)," 2017.
- [2] Suryanto, T. Prasetyo, and N. Hikmah, "Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier (PCC) Dengan Failover Berbasis Mikrotik Router," *Seminar Nasional Inovasi dan Tren (SNIT)*, vol. 1, no. 1, pp. A230–A238, 2018.
- [3] I. Sujarwo, D. Desmulyati, and I. Budiawan, "Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Pcc (Per Connection Clasifier) Di Universitas Krisnadwipayana," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 171–176, 2020, doi: 10.33480/jitk.v5i2.1184.
- [4] Dartono, S. Usanto, and D. Irawan, "Penerapan metode per connection classifier (pcc) pada perancangan load balancing dengan router mikrotik," *Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma(JEIS)*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [5] Z. Saharuna, R. Nur, and A. Sandi, "Analisis Quality Of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode PCC Dan NTH," *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, vol. 5, no. 1, p. 131, 2020, doi: 10.24114/cess.v5i1.14629.
- [6] "Wirelessmode.net: bandingkan memakai pc router dan mikrotik rb." <https://www.wirelessmode.net/bandingkan-memakai-pc-router-mikrotik-dan-rb.html>
- [7] M. Y. Simargolang, A. Widarma, M. D. Irawan, J. E. Hutagalung, and M. Amin, *Jaringan Komputer*. Yayasan Kita Menulis, 2021.
- [8] S. P. M. M. Ilham Ilahi, *ADMINISTRASI INFRASTRUKTUR JARINGAN*. XP Solution Surabaya, 2020.
- [9] "Global Teknologi Servisindo." <https://www.gts.id/> (2022).
- [10] B. M. R. Rahmat, "Implementasi Load balancing PT Global Teknologi Servisindo," vol. 1, no. 1, 2022.