

Implementasi Load Balance Mikrotik Dual ISP Dengan PCC dan Metode Failover Pada PT. Wahana Ciptasinatria

Adinugraha Irman¹, Anton^{2*}

^{1,2} Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Nusa Mandiri
Adynugraha3@gmail.com¹, Anton@nusamandiri.ac.id^{2*}

Abstrak

Penggunaan teknologi jaringan yang andal dan responsif menjadi kunci dalam memastikan kelancaran operasional perusahaan. PT. Wahana Ciptasinatria, sebagai entitas yang bergantung pada konektivitas internet, telah mengimplementasikan solusi *Load Balance* menggunakan perangkat MikroTik dengan Dual ISP. Penelitian ini menggali implementasi *Load Balance* menggunakan metode *Per Connection Classifier* (PCC) dan metode *Failover* guna memastikan ketersediaan dan keandalan layanan internet. Metode PCC memungkinkan pembagian beban lalu lintas secara merata antara dua koneksi ISP yang tersedia. Dengan konfigurasi ini, lalu lintas data dapat dialokasikan secara cerdas, meningkatkan kecepatan akses internet serta meminimalkan risiko kegagalan koneksi tunggal. Selain itu, penggunaan metode Failover menghadirkan mekanisme otomatis untuk beralih ke ISP cadangan secara langsung saat terjadi kegagalan pada koneksi utama. Hal ini memberikan ketangguhan (redundansi) dalam ketersediaan layanan internet, mengurangi dampak dari gangguan yang mungkin terjadi. Melalui implementasi *Load Balance* MikroTik dengan PCC dan metode *Failover* pada PT. Wahana Ciptasinatria memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan ketersediaan, keandalan, dan kinerja jaringan. Solusi ini tidak hanya meningkatkan akses internet namun juga memperkuat ketahanan sistem terhadap gangguan serta kegagalan koneksi, memastikan kelancaran operasional perusahaan.

Kata kunci : Load Balance, Mikrotik, PCC, Failover.

Abstract

The use of reliable and responsive network technology is key in ensuring the company's operations run smoothly. PT. Wahana Ciptasinatria, as an entity that relies on internet connectivity, has implemented a Load Balance solution using a MikroTik device with Dual ISP. This research explores the implementation of Load Balance using the Per Connection Classifier (PCC) method and the Failover method to ensure the availability and confidentiality of internet services. The PCC method allows the distribution of traffic loads evenly between two available ISP connections. With this configuration, data traffic can be selected intelligently, increasing internet access speed and minimizing the risk of single connection failure. Additionally, using the Failover method provides an automatic mechanism to switch to the ISP's backup directly when a failure occurs on the primary connection. This provides resilience (redundancy) in the availability of internet services, reducing the impact of possible disruptions. Through the implementation of MikroTik Load Balance with PCC and the Failover method at PT. Wahana Ciptasinatria provides significant benefits in increasing network availability, availability and performance. This solution not only improves internet access but also strengthens system resilience against disruptions and connection failures, ensuring smooth company operations.

Keywords : Load Balance MikroTik, Dual ISP, PCC, Failover, Network Availability.

PENDAHULUAN

Internet telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat modern. Dalam aktifitas baik itu dunia kerja, dunia pendidikan, militer, kesehatan, maupun dalam kehidupan sosial masyarakat sehari-hari, internet telah ada dan menjadi bagian didalamnya. Bahkan sebagian sektor masyarakat publik maupun swasta ataupun privat tidak dapat dipisahkan dari teknologi ini. Internet telah mengalami perkembangan sejak ditemukan 67 tahun yang lalu [1].

Namun karena semakin meningkatnya teknologi yang menimbulkan masyarakat banyak menggunakan jaringan untuk mengakses suatu sistem secara bersamaan sehingga *load balancing* dan *failover* ini dibuat untuk membagi rata koneksi internet ke client. *Load balancing* ini di praktekkan dengan *failover* dan *management bandwidth* agar berfungsi untuk membackup koneksi internet dari setiap ISP dan *management bandwidth* berfungsi untuk management berapa koneksi internet dari setiap ISP dan *management bandwidth* berfungsi untuk memanager berapa koneksi yang akan didapatkan oleh client. Sehingga *load balancing*, *failover* dan *management bandwidth* dapat dipraktekkan secara bersamaan [2].

Quality of Service (QoS) dalam penyajian akan koneksi internet pada server maupun *client* masih belum dapat dikatakan stabil dikarenakan masih sering terjadinya *Intermittent*, mengacu pada teknologi apa pun yang mengenai mengelola lalu lintas data untuk mengurangi packet loss (kehilangan paket), *latency*, dan *jitter* pada jaringan. QoS yang mengontrol dan mengelola sumber daya jaringan dengan menetapkan prioritas untuk tipe data tertentu pada jaringan. Perusahaan dapat mencapai QoS dengan menggunakan alat dan teknik tertentu, seperti jitter buffer dan traffic shaping. QoS termasuk dalam *Service-Level Agreement* (SLA) dengan penyedia layanan jaringan untuk menjamin tingkat kinerja tertentu, Maka dari itu penulis ingin menerapkan Load balance menggunakan metode PCC dan *failover* di PT. Wahana Ciptasinatria untuk mendapat QoS yang lebih baik [3].

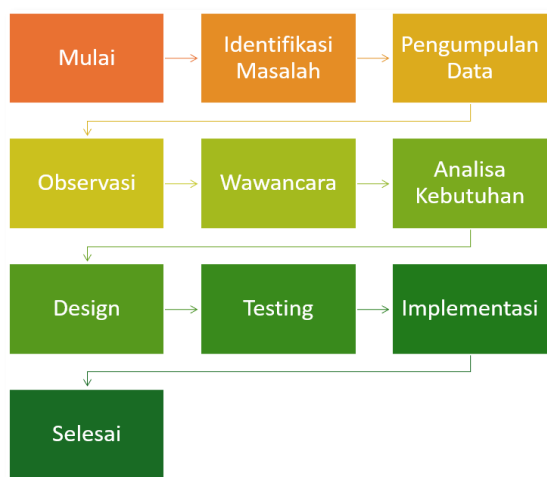
Pada Mikrotik, implementasi *load balancing* dapat dilakukan dengan berbagai macam metode seperti contoh *Equal Cost Multi Path* (ECMP), Nth, dan *Per Connection Classifier* (PCC) [4]. Mikrotik

adalah perangkat lunak dan sistem operasi yang memungkinkan komputer berperan sebagai pengendali jaringan dengan menggunakan basis sistem operasi Linux. Mikrotik digunakan sebagai fondasi router jaringan [5]. *Failover* yaitu salah satu teknik *load balance*, *Failover* adalah pengalihan jaringan jika satu atau beberapa line yang mati, maka trafik jaringan akan diarahkan ke line yang masih hidup (*online*) [6]. Menurut [7], *load balancing* merupakan proses efisien pengalihan lalu lintas jaringan ke sejumlah server dalam grup (server pool atau server farm) untuk mencegah beban kerja berlebihan pada satu server akibat kunjungan tinggi dalam sebuah website. *Load balancing* dalam jaringan komputer adalah teknik membagi beban trafik ke beberapa jalur atau link yang tersedia, terutama saat ada beberapa jalur yang dapat digunakan untuk mengakses suatu jaringan. Tujuannya adalah mencegah ketidakseimbangan beban di antara link-link tersebut. Melalui pembagian beban ke beberapa link, diharapkan trafik jaringan dapat didistribusikan secara merata dan efisien [8].

Metode *load balancing* termasuk tiga jenis, yaitu static route dengan address list, equal cost multi path, dan nth [9]. Static route dengan address list memungkinkan pengelompokan IP address untuk diatur melalui gateway tertentu tanpa disconnection pada client [10]. Equal-Cost Multi-Path (ECMP) memungkinkan router memiliki lebih dari satu gateway untuk satu tujuan, dengan pemilihan jalur menggunakan algoritma round robin [11]. Metode NTH menggunakan algoritma round robin dan aturan tertentu untuk membagi koneksi [12]. *Failover* pada Mikrotik adalah teknik untuk membagi beban trafik secara otomatis saat terjadi kendala dalam koneksi, sering digunakan bersama dengan *load balancing* untuk meningkatkan kehandalan jaringan. *Failover* mengalihkan lalu lintas dari satu jalur atau perangkat ke yang lain saat terjadi kegagalan pada jalur atau perangkat utama [13]. Dalam jaringan komputer, terdapat banyak komputer atau beberapa server yang saling terhubung. Pada tingkat global, miliaran jaringan komputer terhubung melalui transmission control protocol/internet protocol suite (TCP/IP) [14]. Winbox adalah alat bantu untuk mengakses server Mikrotik secara jarak jauh dalam mode antarmuka grafis (GUI). Penggunaan Winbox memungkinkan konfigurasi Mikrotik dilakukan dengan GUI, mempermudah pengguna [15].

METODE

Adapun metode penelitian yang digunakan penulis ialah Kualitatif dengan cara menganalisa teknologi dan pengumpulan data serta informasi-informasi yang mendukung penyusunan penulisan ini, Dengan Observasi yaitu suatu bentuk metode riset yang menggunakan proses pengamatan objek atau suatu permasalahan penelitian secara langsung maupun tidak langsung pada perusahaan PT. WAHANA CIPTASINATRIA, penulis melakukan peninjauan langsung tentang proses kerja dari jaringan komputer tersebut. kedua dengan Wawancara, merupakan metode pengumpulan data dengan tanya jawab sepihak yang dilakukan secara sistematis dan berlandaskan kepada tujuan penelitian yang sedang diamati serta mendengarkan keterangan yang diberikan oleh narasumber (Arsip, pelaporan, *IT support & maintenance*) untuk memperoleh sumber data informasi yang akurat. ketiga Studi Pustaka adalah teknik pengumpulan data yang menggunakan proses pencarian data dengan cara mencari, membaca buku dan mengolah isi dari beberapa referensi buku serta browsing melalui internet yang dapat dijadikan tujuan dalam pencarian data [16].



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Adapun analisa penelitian yang penulis lakukan yang terlihat pada gambar 1 adalah dengan cara yaitu pertama Analisa kebutuhan, pada tahap ini yang dilakukan untuk analisa kebutuhan adalah analisa permasalahan yang

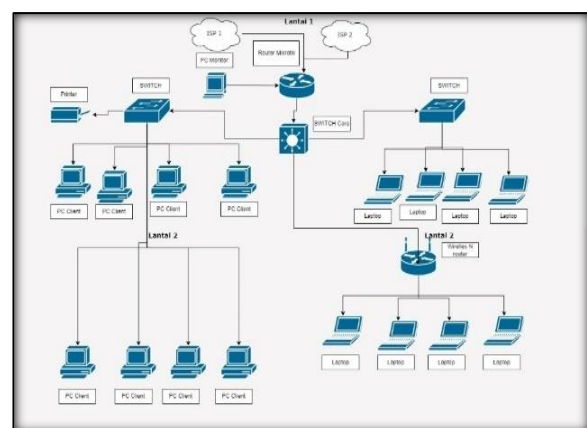
terjadi muncul, analisa atas keinginan user, dan analisa topologi pada jaringan yang ada pada PT. wahana ciptasinatria. Kedua *Design*, dari data yang sudah di riset yang sudah di lakukan, tahap desain ini akan membuat topologi jaringan dan pembuatan *config load balancing* dengan metode *peer connection classifier* pada mikrotik. Ketiga *Testing*, pada tahap *testing* ini penulis akan membuat simulasi dengan tools piranti yang mendukung dalam implementasi *load balancing* ini sebagai testing atas desain jaringan akan dibuat, yang keempat *Implementation*, pada tahap ini penulis akan menerapkan simulasi yang telah direncanakan dan didesain pada jaringan yang sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah penulis mengamati dan menganalisa sistem jaringan yang berjalan pada PT. Wahana Ciptasinatria, penulis mengusulkan untuk menggunakan 2 ISP (*Internet Service Provider*) untuk dapat menjalankan metode *load balancing* yang ada pada router mikrotik. ada beberapa metode *load balancing* yang dapat digunakan pada router mikrotik, namun yang digunakan pada pembahasan ini adalah metode *PCC (Peer Connection Classifier)* dan *failover*.

A. Skema Jaringan Usulan

Pada skema jaringan usulan penulis mengusulkan sistem jaringan komputer yang berbeda dengan sistem jaringan komputer awal, disini penulis berusaha dengan sistem jaringan yang sudah ada diperusahaan tersebut, tidak merubah apapun hanya menambahkan 1 ISP dan router mikrotik untuk memaksimalkan *quality of*



service bandwidth.

Gambar 2. Skema Jaringan Usulan

B. Rancangan Aplikasi

Dalam rancangan ini penulis merancang dan mengaplikasikan mikrotikOS dengan menggunakan GNS3. ada beberapa tahapan proses konfigurasi router mikrotik dengan menggunakan simulasi GNS3, berikut ini tahapan proses implementasi load balance dual ISP failover dan PCC :

1. Tahapan Konfigurasi Jaringan di ISP

Tahapan konfigurasi jaringan ini penulis melakukan setup di sisi ISP 1 dan ISP 2 dengan melakukan konfigurasi DHCP server di kedua Router untuk selanjutnya akan dikoneksikan dengan mikrotik.

2. Tahapan Konfigurasi di Mikrotik

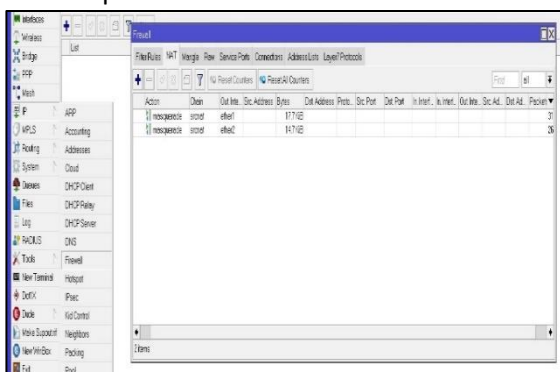
Konfigurasi mikrotik DHCP client untuk meng-request IP address dari kedua router ISP.



Gambar 3. Konfigurasi DHCP Client

3. Tahapan Konfigurasi NAT

Dengan melakukan konfigurasi pada NAT maka Client dapat terhubung dengan internet. NAT akan mengubah atau mentranslasikan alamat sumber paket (alamat Client) yang mempunyai IP address private agar dapat dikenali oleh internet dengan cara mentranslasikannya menjadi IP address public. NAT harus diatur dengan metode *Masquarede*. Karena ISP hanya memberikan tidak lebih dari satu IP public, jadi semua IP address dari Client akan ditempatkan kepada satu IP public.



Gambar 4. Konfigurasi NAT

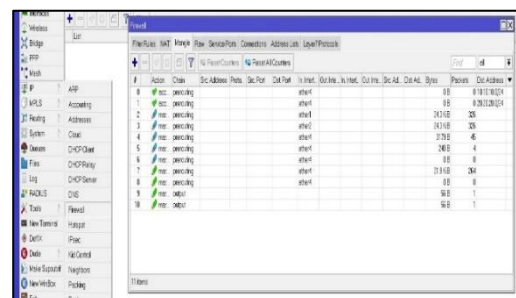
Berikut CLI Configuration NAT :

```
add chain=srcnat out-interface=ether1
action=masquerade comment=nat-isp1
```

```
add chain=srcnat out-interface=ether2
action=masquerade comment=nat-isp2
```

4. Tahapan Konfigurasi Mangle

Mangle berfungsi melakukan penandaan pada suatu paket, dan penandaan yang dilakukan dapat sesuai dengan kondisi dan syarat yang diinginkan. Hasil dari penandaan digunakan untuk kebutuhan berdasarkan action tertentu yang dipilih. Metode yang akan digunakan adalah metode PCC Pada konfigurasi mangle, pada hasil statefull packet inspection dan penandaan paket, yaitu src-IP, dst- IP, src-port dan dst-port Kemudian akan dapat dilakukannya connection mark dan routing mark dari parameter tersebut, dan dapat digunakan untuk pengolahan paket secara spesifik.



Gambar 5. Konfigurasi Mangle

Berikut CLI Configuration mangle :

```
Command routing dari ISP ke LAN user :
add chain=prerouting dst-address=10.10.10.0/24
action=accept in-interface=ether4
```

```
add chain=prerouting dst-address=20.20.20.0/24
action=accept in-interface=ether4
```

Memberi nama untuk connection dari port internet:

```
add chain=prerouting in-interface=ether1
connection-mark=no-mark action=mark-
connection new-connection-mark=ISP1_conn
```

```
add chain=prerouting in-interface=ether2
connection-mark=no-mark action=mark-
connection new-connection-mark=ISP2_conn
```

5. Tahapan Konfigurasi Load Balance

Konfigurasi ini untuk meload balance bandwidth

```
Mark routing untuk load balance :
add chain=prerouting in-interface=ether4
connection-mark=no-mark dst-address-
type=!local per-connection-classifier=both-
addresses:3/0 action=mark-connection new-
connection-mark=ISP1_conn
```

```
add chain=prerouting in-interface=ether4
connection-mark=no-mark dst-address-
type=!local per-connection-classifier=both-
addresses:3/1 action=mark-connection new-
connection-mark=ISP1_conn
```

```
add chain=prerouting in-interface=ether4
connection-mark=no-mark dst-address-
type=!local per-connection-classifier=both-
addresses:3/2 action=mark-connection new-
connection-mark=ISP2_conn
```

```
add chain=prerouting connection-
mark=ISP1_conn in-interface=ether4
action=mark-routing new-routing-
mark=to_ISP1
```

```
add chain=prerouting connection-
mark=ISP2_conn in-interface=ether4
action=mark-routing new-routing-
mark=to_ISP2
```

```
add chain=output connection-
mark=ISP1_conn action=mark-routing new-
routing-mark=to_ISP1
```

```
add chain=output connection-
mark=ISP2_conn action=mark-routing new-
routing-mark=to_ISP2
```

6. Tahapan Konfigurasi IP route

Menambahkan routing dari gateway ke ISP_1 dan ISP_2 :

```
add gateway=10.111.0.1 dst-address=0.0.0.0/0
routing-mark=to_ISP1
check-gateway=ping
```

```
add gateway=172.16.0.1 dst-address=0.0.0.0/0
routing-mark=to_ISP2
check-gateway=ping
```

7. Tahapan Konfigurasi IP route

Menambahkan routing dari gateway ke ISP_1 dan ISP_2 :

```
add dst-address=0.0.0.0/0
gateway=10.111.0.1 routing-mark=to_ISP1
check-gateway=ping
```

```
add dst-address=0.0.0.0/0
gateway=172.16.0.1 routing-mark=to_ISP2
check-gateway=ping
```

8. Konfigurasi Failover

Dest Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
S 0.0.0.0	10.10.10.1 reachable ether1	1		
S 0.0.0.0	20.20.20.1 reachable ether2	2		
AS 0.0.0.0	10.10.10.1 reachable ether1	1		
S 0.0.0.0	20.20.20.1 reachable ether2	2		
DS 0.0.0.0	10.10.10.1 reachable ether1	1		
DS 0.0.0.0	20.20.20.1 reachable ether2	1		
DAC 10.10.10.0/24	ether1 reachable	0		10.10.10.254
DAC 20.20.20.0/24	ether2 reachable	0		20.20.20.254
DAC 192.168.0.0/24	ether4 reachable	0		192.168.0.1

Gambar 6. Konfigurasi Failover

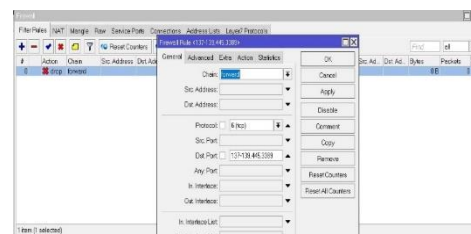
Konfigurasi failover untuk check internet koneksi dari gateway :

```
add dst-address=0.0.0.0/0 gateway=10.10.10.1
distance=1 check-gateway=ping
```

```
add dst-address=0.0.0.0/0 gateway=20.20.20.1
distance=2 check-gateway=ping
```

```
add address=192.168.0.1/24
network=192.168.0.0 broadcast=192.168.0.255
interface=ether
```

9. Konfigurasi Packet filter rules malicious WannaCry



Gambar 7. Konfigurasi Malicious WannaCry

Membuat rule firewall filter pada Router Mikrotik untuk mencegah adanya pertukaran data pada

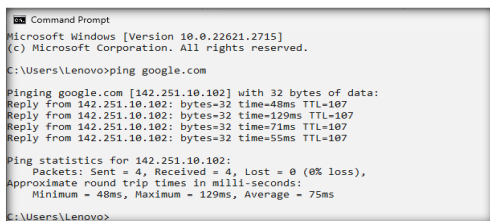
protocol dan port yang digunakan oleh *malware WannaCry* tersebut.

Pengujian Jaringan

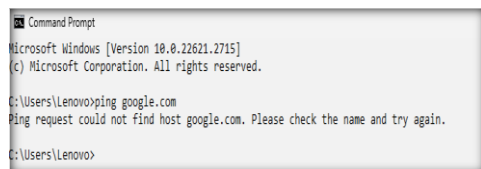
Dalam hal membangun jaringan komputer perlu dilakukan sebuah pengujian terhadap jaringan yang sudah ada sebelumnya, hal ini berguna untuk memastikan bahwa semua sistem yang telah dibuat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan. Dalam pengujian jaringan ini penulis hanya akan menguji fitur *load balancing pcc* dan *failover*.

A. Pengujian Jaringan Awal

Pada pengujian jaringan awal ini dilakukan test ping koneksi dari sisi client apabila koneksi internet nya down, berikut bukti contoh apabila internet yang sedang berjalan dan tiba tiba down.



Gambar 8. test ping google.com saat internet UP



Gambar 9. test ping google.com saat internet Down

B. Pengujian Jaringan Akhir

Pada tahap pengujian akhir ini penulis akan mencoba untuk menguji fitur load balance PCC dan failover dengan melakukan skenario test koneksi dengan disconect kan dari ISP 2 dengan harapan agar mikrotik melakukan failover ke ISP 1, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan GNS3 .

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)
R ether1	Ethernet	1500		35.0 kbps	972.2 kbps	81	82
R ether2	Ethernet	1500		336 bps	472 bps	1	1
R ether3	Ethernet	1500		44.9 kbps	6.6 kbps	7	7
R ether4	Ethernet	1500		972.2 kbps	38.9 kbps	82	81

Gambar 10. Pengujian sebelum internet ISP 2 ether 2 diputus

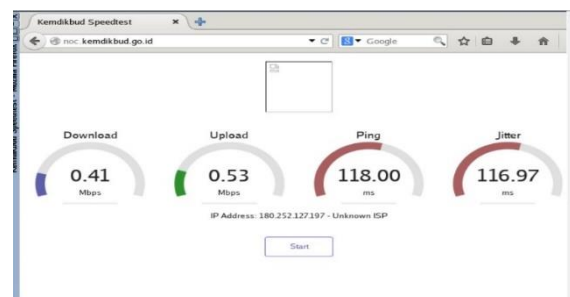
Terlihat dari gambar 10 diatas dimana pengujian sebelum salah satu dari ISP *down* ether 1 sebagai ISP 1 dan ether2 sebagai ISP 2 masih ada trafik

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)
R ether1	Ethernet	1500		18.7 kbps	504.1 kbps	44	43
R ether2	Ethernet	1500		0 bps	0 bps	0	0
R ether3	Ethernet	1500		46.8 kbps	7.1 kbps	8	8
R ether4	Ethernet	1500		503.6 kbps	20.4 kbps	42	43

koneksi dari masing masing ISP dari packet traffic masih berjalan normal.

Gambar 11. pengujian sesudah internet isp 2 ether 2 terputus (*failover*)

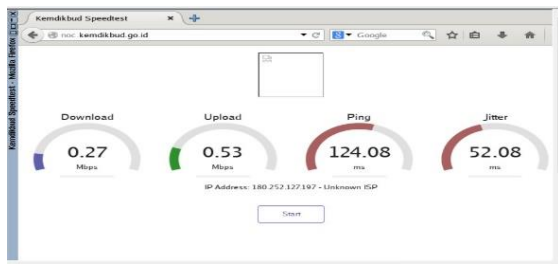
Seperti gambar 11 diatas *ether 2/ISP2* tidak ada trafik dikarenakan ISP 2 *down*, sementara ISP 1 *memback-up bandwidth* dan trafik disisi user/client. Untuk menguji kualitas *load balancing* dari koneksi yang telah dibangun menggunakan *web bandwidth test* online yaitu noc.kemdikbud.go.id Dengan pengujian ini maka akan diketahui nilai dari kualitas *bandwidth* yang dihasilkan. Selain itu, informasi yang didapat ialah besaran pada ping, kecepatan pada download dan upload.



Gambar 12. test speed sesudah load balancing

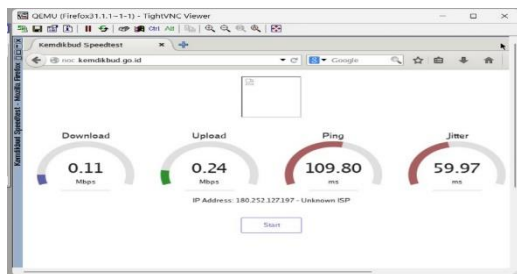
Dari gambar diatas ini menjelaskan hasil *test speed* dari penggabungan 2 ISP yang berbeda sesudah diterapkannya metode *load balance* pada mikrotik. Dari gambar tersebut ada download dengan 0.41 mbps Dimana ini menunjukkan kecepatan, Dimana data bisa di unduh dari internet ke perangkat, lalu ada upload 0.53 mbps ini menunjukkan kecepatan dimana data bisa diunggah dari perangkat ke internet, lalu ada ping 118 ms ini mengukur seberapa cepat

sinyal yang terkirim dan diterima oleh server, dan jitter Ini adalah variasi dalam waktu respons (*ping*) saat mengirimkan data ke server.



Gambar 13. test speed ISP 1 sebelum load balancing

Dari gambar 13 adalah pengujian test speed dari ISP 1 sebelum dilakukan load balancing.



Gambar 14. test speed ISP 2 sebelum load balancing

Dari gambar 14 adalah pengujian test speed dari ISP 2 sebelum dilakukan load balancing.

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	Pac
0	ISP1	ether2	512k	512k	
1	ISP2	ether3	256k	256k	

Gambar 15. limit speed dari masing masing ISP dalam GNS3

Pada gambar 15 adalah limit Speed dari masing masing ISP dalam GNS3 simulation dari ISP1_ether2 upload max limit 512k dan download max limit 512k untuk ISP2_ether3 upload max limit 256k dan download max limit 256k.

KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi *load balancing* PCC dan *failover* MikroTik di PT. Wahana Ciptasinatria memberikan sejumlah manfaat krusial dalam pengelolaan jaringan perusahaan. *Load balancing* memungkinkan distribusi lalu lintas secara merata di antara jalur koneksi yang tersedia, mendorong penggunaan sumber daya jaringan

dengan lebih efisien, serta menghindari overloading pada jalur tertentu. *Failover*, sebagai mekanisme otomatis, mengalihkan lalu lintas ke jalur cadangan jika jalur utama mengalami gangguan atau kegagalan, memastikan ketersediaan jaringan yang berkelanjutan.

PCC *Optimization* menggunakan *Per Connection Classifier* untuk mengelompokkan koneksi-koneksi dan mengarahkan lalu lintas ke jalur yang paling sesuai. Hal ini menghasilkan peningkatan efisiensi dan kinerja jaringan secara keseluruhan. Konfigurasi *Firewall Rules* yang tepat juga diimplementasikan untuk menjaga keamanan jaringan selama penggunaan *load balancing* dan *failover*.

Dengan mekanisme *failover* yang baik, perusahaan dapat mengurangi potensi *downtime* yang dapat merugikan bisnis. Dengan jaringan yang selalu tersedia dan beban yang terdistribusi dengan baik, kegiatan bisnis tidak terganggu oleh masalah konektivitas. Implementasi teknologi ini membawa dampak positif dalam meningkatkan efisiensi jaringan, menjaga ketersediaan layanan, dan mengoptimalkan kinerja bisnis dengan memanfaatkan sumber daya jaringan secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Nurbaiti and M. F. Alfariysi, "Sejarah Internet di Indonesia," *J. Ilmu Komputer, Ekon. dan Manaj.*, 2023. vol. 3, no. 2, pp. 2340–2342.
- [2] M. Muzayyin and A. S. Fitriani, "Configuring Load Balancing and Failover Using a Mikrotik Router on RT RW NET (Case Study: Dusun Klatakan Dayurejo)," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1293.
- [3] I. Muslim, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN SEBAGAI QoS GAME ONLINE PADA JARINGAN BERBASIS MIKROTIK," 2023, [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/10963/>
- [4] Z. Saharuna, R. Nur, and A. Sandi, "Analisis Quality Of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode PCC Dan NTH," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 5, no. 1, p. 131, 2020, doi: 10.24114/cess.v5i1.14629.
- [5] ID-Networkers, "Mikrotik: Pengertian, Sejarah, Fungsi Dan Jenisnya," ID-Networkers.

- [6] A. Armanto, "Implementasi Policy Base Routing Dan Failover Menggunakan Router Mikrotik Untuk Membagi Jalur Akses Inter Di Fakultas Komputer Universitas Bina Insan Lubuklinggau," *J. Ilm. Betrik*, vol. 10, no. 03, pp. 114–121, 2019, doi: 10.36050/betrik.v10i03.46.
- [7] Irawati, Indrarini Dyah and Muhammad Iqbal, *Manajemen Bandwidth dengan Teknik Load Balancing*. Nas Media Pustaka, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=fkzYEAAAQBAJ>
- [8] J. Ali Baba, R. Herdian Saputra, and M. Husain Prayoga, "Implementasi Jaringan Load Balancing dengan 4 WAN Menggunakan Metode Per Connection Classifier pada PT. Masa Kini Mandiri," *J. Inform. dan Teknol. Pendidik.*, vol. 1, no. 2, pp. 87–93, 2021, doi: 10.25008/jitp.v1i2.16.
- [9] F. Fauzi, R. Darmawan, and J. Junaidi, "Analisis dan Perancangan Load Balancing dan Failover menggunakan link kartu GSM," *J. Jiifor*, vol. 5, no. 2, p. 39, 2021.
- [10] L. Setiyani, "Peningkatan Layanan Jaringan Internet Menggunakan Teknik Load Balancing pada Balai Besar Pelatihan Kesehatan Ciloto," *Fakt. Exacta*, vol. 12, no. 2, p. 112, 2019, doi: 10.30998/faktorexacta.v12i2.3668.
- [11] S. T. Alex Pranozal, *MTCRE Lengkap (Teori dan Lab)*. Alex Pranozal, S.T., MikroTik Trainer Certified, 2022. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=4WGZAAAQBAJ>
- [12] S. K. Muh. Sahal, *Administrasi Infrastruktur Jaringan SMK/MAK Kelas XII*. Gramedia Widiasarana Indonesia, 2021. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=7PwWEAAAQBAJ>
- [13] Riffat Hasan Saputra and Alif Subardono, "Pengaruh Failover Pada Jaringan Software-Defined Network Dan Konvensional," *J. Internet Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: <https://www.opennetworking.org/>
- [14] Maxmanroe.com, "Pengertian Internet: Definisi, Fungsi, Manfaat, dan Dampak Internet," © 2019 Maxmanroe.com - All Right Reserved. [Online]. Available: <https://www.maxmanroe.com/vid/teknologi/internet/pengertian-internet.html>
- [15] Sulasminarti and T. Gunawan, "Konfigurasi Gateway Server Pada Dinas Komunikasi Dan Informatika Kabupaten Pesawaran," *JISN(Jurnal Inform. Softw. dan Network)*, vol. 2, no. 01, pp. 1–7, 2021.
- [16] M. N. Adlini, A. H. Dinda, S. Yulinda, O. Chotimah, and S. J. Merliyana, "Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka," *Edumaspul J. Pendidik.*, vol. 6, no. 1, pp. 974–980, 2022, doi: 10.33487/edumaspul.v6i1.3394.