

ANALISIS DAN PENERAPAN LOAD BALANCING JARINGAN DENGAN METODE PCC, ECMP & NTH

ANALYSIS AND APPLICATION OF NETWORK LOAD BALANCING WITH PCC, ECMP AND NTH METHODS

Priana Hanif Nadiansyah¹, Billy Montolalu, S.Kom., M.Kom.²

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Surabaya

prianahanif@student.telkomuniversity.ac.id, billymontolalu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Abstrak — Di lingkungan tempat kerja, ketergantungan pada jaringan komputer semakin meningkat. Masalah ini juga berlaku di Kantor Kelurahan Bendul Merisi, di mana jumlah perangkat yang terhubung semakin banyak sehingga menyebabkan peningkatan tekanan pada jaringan. Salah satu solusi yang bisa digunakan adalah menyeimbangkan beban traffic dua atau lebih suatu jaringan pada modem ISP menggunakan teknik load balancing dengan metode PCC, ECMP dan NTH. Load balancing dilakukan menggunakan Mikrotik RouterBoard, dengan diberi beberapa skenario beban yang akan diberikan pada jaringan dan pemutusan salah satu ISP. Setelah uji coba penerapan load balancing dilakukan, terlihat terdapat kenaikan kualitas jaringan terutama pada kategori throughput dan packet loss yang awalnya memiliki rata - rata throughput download sebesar 19,4 Mb/s dan packet loss sebesar 6,32% menjadi throughput sebesar 26,6 Mb/s dan packet loss sebesar 0,0087574%, untuk upload sebelumnya memiliki rata – rata throughput sebesar 6,388 Mb/s dan packet loss sebesar 0,04936% menjadi throughput sebesar 8,7982 Mb/s dan packet loss sebesar 0,00942%. Dari ketiga metode load balancing PCC, ECMP, dan NTH mendapatkan hasil QoS yang berbeda – beda, throughput tertinggi dimenangkan oleh metode ECMP, packet loss terendah diambil oleh metode NTH, delay paling sedikit dimenangkan oleh PCC, jitter terendah diambil oleh PCC . Dari penjumlahan poin QoS dari ketiga metode load balancing, ECMP mendapatkan hasil yang paling baik untuk digunakan di wilayah Kantor. Pada saat pemutusan ISP 1, ISP 2 langsung membackup jaringan internet hal ini karena sudah diterapkannya metode failover pada load balancing, sehingga user masih bisa menggunakan jaringan internet.

Kata kunci : load balancing, jaringan, MikroTik.

Abstract

In the workplace environment, reliance on computer networks is increasing. This problem also applies to the Bendul Merisi Village Office, where the number of connected devices is increasing, causing increased pressure on the network. One solution that can be used is to balance the traffic load of two or more networks on the ISP modem using load balancing techniques with PCC, ECMP and NTH methods. Load balancing is carried out using the Mikrotik RouterBoard, given several load scenarios that will be given to the network and disconnection of one of the ISPs. After the load balancing application trial was carried out, it was seen that there was an increase in network quality, especially in the throughput and packet loss categories, which initially had an average download throughput of 19.4 Mb/s and packet loss of 6.32% to a throughput of 26.6 Mb/s and packet loss of 0.0087574%, for uploads previously had an average throughput of 6.388 Mb/s and packet loss of 0.04936% to a throughput of 8.7982 Mb/s and packet loss of 0.00942%. Of the three load balancing methods PCC, ECMP, and NTH get different QoS results, the highest throughput is won by the ECMP method, the lowest packet loss is taken by the NTH method, the least delay is won by PCC, the lowest jitter is taken by PCC. From the summation of QoS points from the three load balancing methods, ECMP gets the best results for use in the Office area. At the time of disconnection of ISP 1, ISP 2 immediately backed up the internet network this is because the failover method has been applied to load balancing, so users can still use the internet network.

Keywords: load balancing, network, MikroTik

1. Pendahuluan

Jaringan komputer menjadi fondasi bagi berbagai kegiatan di lingkungan perkantoran, termasuk di Kantor Kelurahan Bendul Merisi. Seiring dengan pertumbuhan kebutuhan akan konektivitas dan akses data yang cepat, peran jaringan semakin krusial. Namun, ketika semakin banyak perangkat termasuk PC, *printer*, dan ponsel yang terhubung ke jaringan, maka beban jaringan akan semakin meningkat.

Oleh karena itu, diperlukan solusi yang mampu mengoptimalkan pengelolaan trafik jaringan agar dapat mendistribusikan beban secara merata dan efisien. Salah satu solusi yang relevan untuk mengatasi masalah ini adalah penerapan teknologi *load balancing*.

Suatu jaringan terkadang menerima banyak pengguna sehingga menyebabkan suatu ISP (*Internet Service Provider*) *overload* atau kelebihan beban jaringan, sebagai hasilnya kinerja dari suatu layanan atau aplikasi bisa menurun bahkan bisa tidak berfungsi sama sekali. Dalam masalah ini salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah membagi beban trafik ISP tersebut secara bergantian sehingga tidak berpusat pada satu ISP saja. Membagi beban trafik ini disebut dengan *load balancing* [1]. *Load balancing* adalah sebuah teknik dalam jaringan komputer yang digunakan untuk membagi beban atau trafik secara merata ke beberapa jalur koneksi yang tersedia. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses *load balancing*, seperti *Per Connection Classifier* (PCC), *Equal Cost Multi Path* (ECMP), dan metode NTH, sehingga penggunaan *load balancing* bisa dicocokkan sesuai kebutuhan [2].

Penelitian yang dilakukan oleh Zawiyah Saharuna (2020), Kesimpulannya, berdasarkan pengaturan pembatasan *bandwidth* yang digunakan, metode NTH dan PCC yang diterapkan pada MikroTik *RouterBoard* berfungsi dengan baik dan menghasilkan keseimbangan trafik pada dua jalur ISP [1]. Penelitian yang dilakukan oleh Reza Pakiding (2021), Metode PCC berkinerja lebih unggul daripada metode lain dalam pengujian QoS dengan karakteristik *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput* [2].

Pada penelitian kali ini akan membandingkan beberapa metode *load balancing* yaitu PCC, ECMP, dan NTH pada jaringan 2 ISP menggunakan MikroTik *RouterBoard* dengan berpacu pada QoS (*Quality of Services*) seperti *packet loss*, *delay*, *throughput* dan *jitter*. Metode *failover* juga akan dilakukan untuk mengatasi apabila ada salah satu ISP yang *down* atau mati.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Load Balancing

Load balancing adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengoptimalkan jalur koneksi (*gateway*) pada sistem jaringan dengan cara membagi – bagi beban trafik agar tidak berpusat pada satu jalur saja sehingga jaringan yang digunakan tidak terjadi *overload* atau kelebihan muatan [1]. Tujuan utama dari *load balancing* adalah untuk mengurangi waktu eksekusi beban pada jalur trafik dan memastikan bahwa setiap sumber daya yang ada pada sistem digunakan seefisien mungkin [3].

Dalam implementasinya, *load balancing* dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak atau perangkat keras khusus yang disebut dengan *load balancer*. Beberapa algoritma *load balancing* yang umum digunakan antara lain *round-robin*, *least connections*, dan IP hash.

2.2 Failover

Teknik *failover* adalah kemampuan untuk melakukan peralihan ke ISP alternatif ketika ISP utama menghadapi masalah layanan. Sehingga *user* dapat terus memanfaatkan layanan meskipun ISP utama mereka gagal. Salah satu strategi yang digunakan untuk memastikan teknik *load balancing* [4].

2.3 Quality of Services (QoS)

Quality of Services (QoS) adalah metode untuk mengukur seberapa baik jaringan dan upaya untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari sebuah layanan jaringan. Atribut kinerja jaringan yang disediakan diukur dengan menggunakan QoS [5].

2.4 MikroTik Routerboard

Perangkat router yang dibuat oleh perusahaan asal Latvia, MikroTik, dinamakan Mikrotik *Routerboard*. Perangkat ini dibuat untuk dapat berfungsi sebagai *router* jaringan dan dilengkapi dengan sistem operasi unik bernama RouterOS. berdasarkan bagian internalnya, MikroTik

Routerboard berfungsi mirip dengan komputer yang memiliki prosesor, RAM, ROM, dan memori flash pada papan utamanya. RouterOS merupakan satu-satunya sistem operasi yang berfungsi MikroTik [6].

2.5 PCC (*Per-Connection Classifier*)

PCC adalah cara untuk mengkategorikan lalu lintas koneksi yang melewati atau masuk dan keluar dari *router*. Klasifikasi ini dibedakan berdasarkan *src-address*, *dst-address*, *src-port*, dan *dst-port*. Pada setiap paket trafik koneksi, *router* akan menyimpan informasi mengenai jalur *gateway* yang dilalui data tersebut, sehingga pada paket-paket berikutnya yang masih berhubungan dengan trafik koneksi tersebut. Paket-paket berikutnya yang masih berkaitan dengan paket data sebelumnya akan disalurkan melalui *gateway* yang sama. Karena pendekatan PCC merutekan paket data melalui jalur *gateway* yang sama, maka *overload* dapat terjadi [7].

2.6 ECMP (*Equal Cost Multi Path*)

ECMP adalah pemilihan jalur keluar (*output*) pada *gateway* secara bergantian. Teknik ECMP menggunakan dua atau lebih banyak *gateway* untuk paket yang keluar dari *router*. Karena adanya ECMP, paket yang keluar / masuk *gateway* akan memiliki beban yang sama [4].

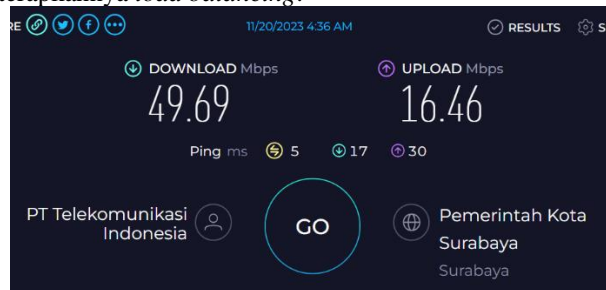
2.7 NTH

Metode NTH menggunakan algoritma *round robin* untuk mengatur ulang koneksi yang berantakan ke dalam rute yang telah dimodifikasi untuk metode *load balancing*. NTH bukanlah sebuah singkatan, melainkan sebuah bilangan bulat (bilangan ke - n). Ketika NTH diimplementasikan, ini akan diimplementasikan sesuai dengan koneksi jalur saat ini. Setelah *router* menyesuaikan antrian baru, proses ke-NTH akan dimulai [8].

3. Pembahasan

3.1. Bandwidth ISP Setelah Load Balancing

Terlihat pada Gambar 1 terdapat peningkatan *bandwidth download* dan *upload* sebesar 50 Mb/s dan 16 Mb/s setelah diterapkannya *load balancing*.



Gambar 1. Bandwidth kedua ISP setelah *load balancing*.

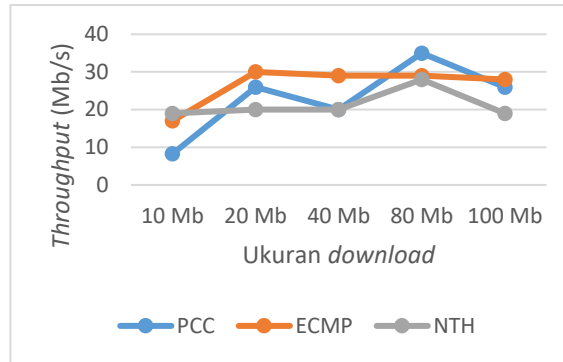
3.2. Hasil Rata – Rata Keseluruhan QoS Load Balancing

a. Throughput

Pengujian *throughput* bertujuan untuk mengukur seberapa efisien dan efektif suatu jaringan atau sistem dalam mentransfer data dengan kecepatan yang diinginkan. QoS throughput mencerminkan kemampuan suatu jaringan atau sistem untuk memberikan kinerja yang diinginkan

- Download

Pada pengujian QoS throughput download terlihat pada Gambar 2 saat mendownload file berukuran 10 Mb menggunakan metode PCC merupakan titik terendah *throughput* sebesar 8,258 Mb/s. Puncak *throughput* tertinggi berada pada metode PCC saat mendownload file berukuran 80 Mb yaitu sebesar 35 Mb/s

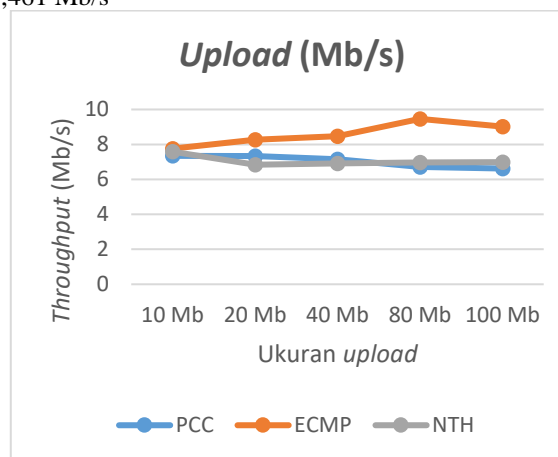


Gambar 2. Hasil QoS throughput download load balancing

Jika dilihat lebih teliti pada pada Gambar 2 pengujian QoS throughput download di semua metode load balancing. Metode load balancing ECMP mendapatkan hasil yang paling stabil jika dibandingkan dengan metode lainnya.

- Upload

Pada pengujian QoS throughput upload terlihat pada Gambar 3 titik terendah throughput berada pada saat mengupload file berukuran 100 Mb menggunakan metode PCC yaitu sebesar 6,621 Mb/s. Titik tertinggi throughput terdapat pada upload file berukuran 80 Mb menggunakan metode ECMP yaitu sebesar 9,461 Mb/s



Gambar 3. Hasil QoS throughput upload load balancing

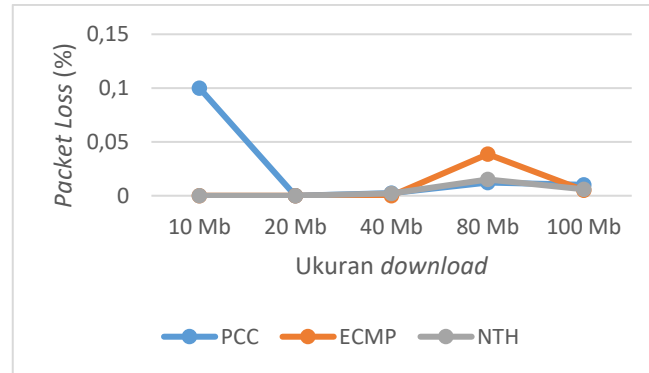
Terlihat pada Gambar 3 semua metode load balancing melakukan upload secara stabil, namun QoS upload throughput tertinggi ditempati oleh metode ECMP disusul dengan PCC lalu NTH.

b. Packet Loss

Pengujian packet loss bertujuan untuk mengukur seberapa baik jaringan atau sistem dapat menjaga integritas paket data yang dikirim. Packet loss terjadi ketika paket-paket data hilang atau tidak sampai ke tujuan dengan benar.

- Download

Pada pengujian QoS packet loss download terlihat pada Gambar 4 pada saat mendownload file berukuran 10 Mb menggunakan metode PCC mendapatkan packet loss tertinggi yaitu sebesar 0,1%. Titik terendah terdapat pada pengujian download file sebesar 20 Mb, yang mana pada ketiga metode load balancing yaitu PCC, ECMP, dan NTH mendapatkan nilai packet loss sebesar 0%.

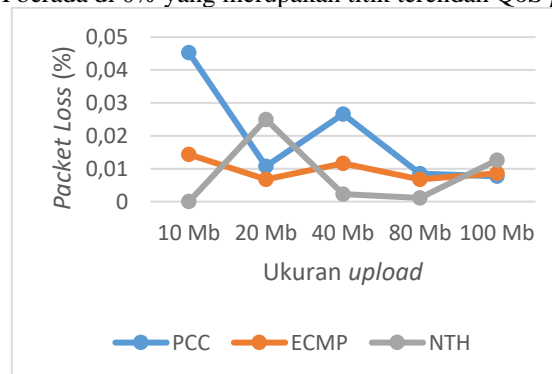


Gambar 4. Hasil QoS *packet loss download load balancing*

Terlihat pada Gambar 4 pengujian QoS *packet loss download* di semua metode *load balancing*. Metode *load balancing* NTH mendapatkan hasil QoS *packet loss* yang paling stabil jika dibandingkan dengan metode lainnya.

- Upload

Pada pengujian QoS *packet loss upload* terlihat pada Gambar 5 titik tertinggi *packet loss* berada pada saat *upload file* berukuran 10 Mb menggunakan metode PCC, yaitu sebesar 0,04527% namun NTH berada di 0% yang merupakan titik terendah QoS *packet loss*.



Gambar 5. Hasil QoS *packet loss upload load balancing*

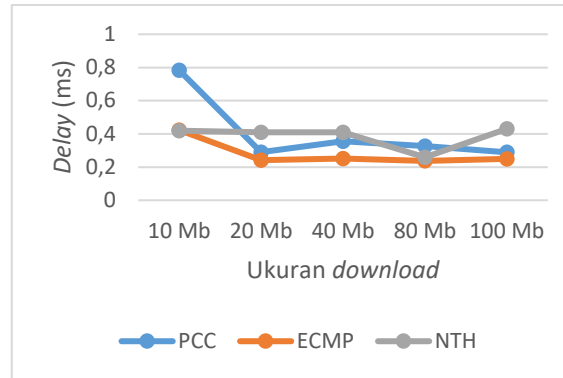
Terlihat pada Gambar 5 pengujian QoS *packet loss upload* di semua metode *load balancing*. Metode *load balancing* ECMP mendapatkan hasil yang paling stabil jika dibandingkan dengan ke dua metode lainnya PCC & NTH.

c. Delay

Pengujian *delay* bertujuan untuk mengukur dan mengevaluasi seberapa baik jaringan atau sistem mampu mengelola keterlambatan (*delay*) dalam mentransfer paket data. *Delay* dapat memengaruhi kualitas layanan, terutama pada aplikasi yang sensitif terhadap waktu, seperti layanan suara dan video.

- Download

Pada pengujian QoS *delay download* terlihat pada Gambar 6 pada saat *download file* berukuran 10 Mb menggunakan metode PCC mendapatkan *delay* tertinggi yaitu sebesar 0,783 ms. Titik terendah / paling bagus terdapat *download file* berukuran 80 Mb menggunakan metode ECMP sebesar 0,237 ms.

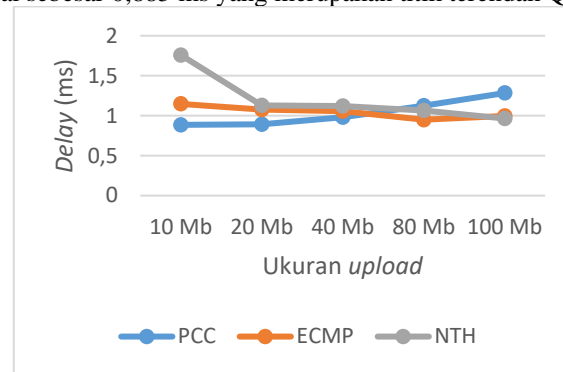


Gambar 6. Hasil QoS delay download load balancing

Terlihat pada Gambar 6 hasil QoS delay download, metode ECMP mendapatkan hasil yang paling stabil jika dibandingkan dengan kedua metode lainnya yaitu PCC & NTH..

- *Upload*

Pada pengujian QoS delay upload terlihat pada Gambar 7 titik tertinggi delay berada pada saat menupload file berukuran 10 Mb menggunakan metode NTH, yaitu sebesar 1,759 ms namun PCC mendapatkan nilai sebesar 0,885 ms yang merupakan titik terendah QoS delay.



Gambar 7. Hasil QoS delay upload load balancing

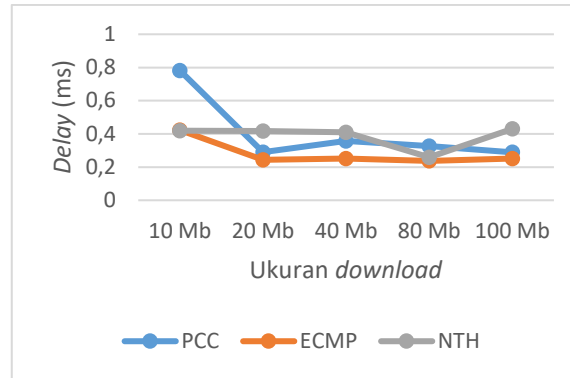
Terlihat pada Gambar Pada hasil uji coba QoS delay upload yang terlihat pada Gambar 7 metode load balance ECMP yang paling stabil jika dibandingkan dengan kedua metode lainnya yaitu PCC & NTH.

- *Jitter*

Pengujian jitter bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana jaringan atau sistem dapat menjaga konsistensi waktu antara kedatangan paket data. Jitter mengukur variasi keterlambatan waktu dalam pengiriman paket.

- *Download*

Pada pengujian QoS jitter download terlihat pada Gambar 8 saat mendownload file berukuran 10 Mb menggunakan metode PCC mendapatkan jitter tertinggi yaitu sebesar 0,782 ms. Titik terendah / paling bagus terdapat didownload file berukuran 80 Mb menggunakan metode ECMP sebesar 0,237 ms.

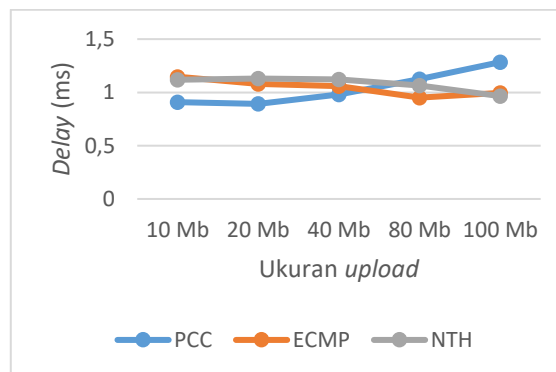


Gambar 8. Hasil QoS jitter download load balancing

Pada hasil uji coba QoS jitter download yang terlihat pada Gambar 8 metode load balancing ECMP yang paling stabil dan terendah jika dibandingkan dengan kedua metode lainnya yaitu PCC & NTH.

- Upload

Pada pengujian QoS jitter upload terlihat pada Gambar 9 titik tertinggi jitter berada pada saat menupload file berukuran 100 Mb menggunakan metode PCC, yaitu sebesar 1,284 ms. Titik terendah QoS jitter upload terdapat pada file upload sebesar 20 Mb menggunakan metode PCC sebesar 0,892 ms.



Gambar 9. Hasil QoS jitter upload load balancing

Pada hasil uji coba QoS jitter upload yang terlihat pada Gambar 9 metode load balance ECMP yang paling stabil dan terendah jika dibandingkan dengan kedua metode lainnya yaitu PCC & NTH.

3.3. Tabel Rata – Rata Hasil Keseluruhan

- Download

Dilihat pada Tabel 1, terdapat peningkatan pada QoS download throughput, packet loss, dan delay. Untuk throughput tertinggi ditempati oleh metode ECMP sebesar 26,6 Mb/s, untuk packet loss terendah diambil oleh metode NTH sebesar 0,00462%, dan delay terendah ditempati oleh metode PCC sebesar 0,209 ms. Pada QoS jitter posisi terendahnya saat tidak menggunakan load balancing yaitu sebesar 0,2736 ms.

Metode	Throughput	Packet Loss	Delay	Jitter
Sebelum	19,4 Mb/s	6,32%	0,3512 ms	0,2736 ms
PCC	23 Mb/s	0,02493%	0,209 ms	0,4092 ms
ECMP	26,6 Mb/s	0,0087574 %	0,2804 ms	0,2812 ms
NTH	21,2 Mb/s	0,00462%	0,3854 ms	0,3874 ms

Tabel 1. Hasil tes QoS download keseluruhan

- Upload

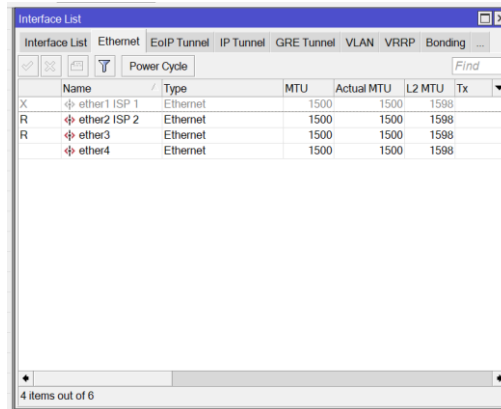
Pada Tabel 2, terdapat peningkatan pada QoS *download throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Untuk *throughput* tertinggi ditempati oleh metode ECMP sebesar 8,7982 Mb/s, untuk *packet loss* terendah diambil oleh metode NTH sebesar 0,008212%, *delay* terendah ditempati oleh metode PCC sebesar 0,8334 ms, dan *jitter* terendah diambil oleh metode PCC sebesar 0,8382 ms.

Metode	Throughput	Packet Loss	Delay	Jitter
Sebelum	6,388 Mb/s	0,04936%	1,321 ms	1,32532 ms
PCC	7,0322 Mb/s	0,019988%	0,8334 ms	0,8382 ms
ECMP	8,7982 Mb/s	0,00942%	1,045 ms	1,0468 ms
NTH	6,8592 Mb/s	0,008212%	1,2078 ms	1,0798 ms

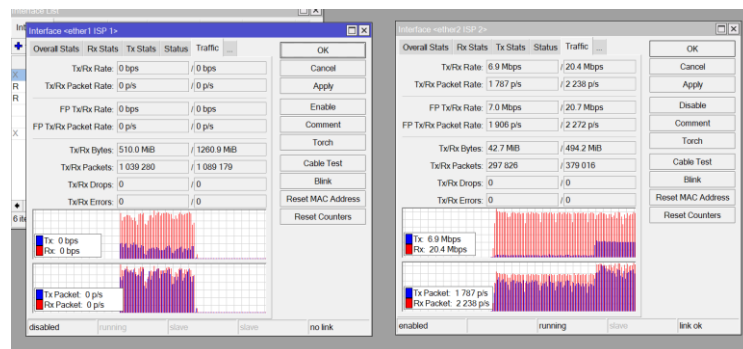
Tabel 2. Hasil tes QoS *upload* keseluruhan

3.4. Hasil Failover

Tujuan dari pengujian *failover* pada kedua jaringan internet adalah untuk menangani terjadinya kegagalan atau gangguan pada salah satu jaringan dan menjamin bahwa sistem atau perangkat dapat segera berpindah dari satu jaringan internet ke jaringan internet yang lain secara efektif.



Gambar 10. *Network traffic* saat penerapan *failover* ISP 1 diputus untuk tes *failover*



Gambar 11. *Network traffic* saat penerapan *failover*

Pada pengujian *failover* / pemutusan salah satu ISP berjalan dengan baik. Terlihat pada Gambar 10 ISP 1 sengaja dimatikan untuk mengetes *failover* dan terlihat pada Gambar 11 bahwa *network* masih berjalan dengan normal karena ISP 2 telah *backup* *network* untuk sementara waktu sampai ISP 1 aktif kembali.

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan internet di Kantor Kelurahan Bendul Merisi mengalami beberapa peningkatan, yaitu penambahan kecepatan *bandwidth download & upload*, peningkatan *quality of service (QoS)* terutama pada *throughput &*

packet loss yang awalnya memiliki rata - rata *throughput download* sebesar 19,4 Mb/s, *packet loss* sebesar 6,32%, menjadi *throughput* sebesar 26,6 Mb/s, *packet loss* sebesar 0,0087574%, untuk *upload* sebelumnya memiliki rata – rata *throughput* sebesar 6,388 Mb/s, *packet loss* sebesar 0,04936%, menjadi *throughput* sebesar 8,7982 Mb/s, *packet loss* sebesar 0,00942%.

Ketiga metode *load balancing* yaitu PCC, ECMP, dan NTH memiliki hasil QoS yang berbeda – beda, *throughput* tertinggi dimenangkan oleh metode ECMP, *packet loss* terendah diambil oleh metode NTH, *delay* paling sedikit dimenangkan oleh PCC, *jitter* terendah diambil oleh PCC. Dari penjumlahan hasil QoS dari ketiga metode *load balancing*, ECMP mendapatkan hasil yang paling baik untuk digunakan di wilayah Kantor. Saat pengetesan pemutusan salah satu sumber jaringan internet yaitu ISP 1, metode *failover* bisa berjalan dengan baik dikarenakan ISP 2 langsung bisa *backup* jaringan untuk sementara waktu sampai ISP 1 hidup kembali, sehingga *user* masih bisa mengakses internet

Daftar Pustaka:

- [1] Z. Saharuna, R. Nur, and A. Sandi, “ANALISIS QUALITY OF SERVICE JARINGAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PCC DAN NTH,” 2020.
- [2] R. Pakiding et al., “SIMULASI PERBANDINGAN LOAD BALANCING DENGAN METODE PCC, ECMP, DAN NTH MENGGUNAKAN GNS3,” 2021.
- [3] A. Mustofa and D. Ramayanti, “IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DAN FAILOVER TO DEVICE MIKROTIK ROUTER MENGGUNAKAN METODE NTH (STUDI KASUS : PT. GO-JEK INDONESIA),” vol. 7, no. 1, pp. 139–144, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202071638.
- [4] A. Abdullah, “IMPLEMENTASITEKNIK LOAD BALANCING DAN FAILOVER DENGAN METODE ECMP DALAM PENINGKATAN KUALITAS LAYANAN JARINGAN,” 2020.
- [5] K. T. Nugroho, B. Julianto, D. R. Tisna, and D. F. Nur M S, “Quality Analysis of Service Load Balancing Using PCC, ECMP, and NTH Methods,” *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 12, no. 1, pp. 33–41, Mar. 2023, doi: 10.23887/janapati.v12i1.55894.
- [6] “Apa Itu Mikrotik Routerboard ? Berikut Pengertian dan Fungsinya.” Accessed: May 12, 2023. [Online]. Available: <https://www.utopiccomputers.com/apa-itu-mikrotik-routerboard-berikut-pengertian-dan-fungsinya/>
- [7] M. Jamil and M. Hamid, “ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PCC DAN NTH,” 2023.
- [8] A. Tanton et al., “Implementasi Load Balancing dengan Metode NTH Menggunakan Mikrotik di SMKN 2 Kuripan Load Balancing Implementation with NTH Method Using Mikrotik at SMKN 2 Kuripan,” 2021.

Lampiran



Gambar 12. MikroTik RouterBoard yang digunakan untuk implementasi *load balancing*



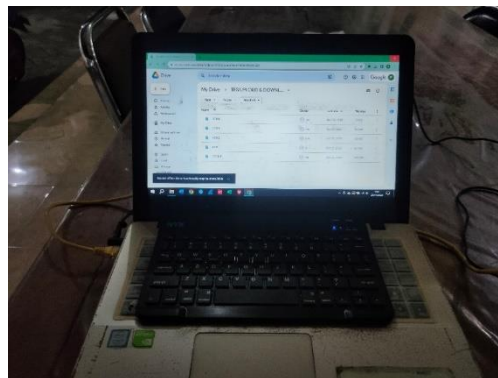
Gambar 13. *Reapeter* yang digunakan untuk menangkap sinyal ISP yang tidak bisa dijangkau oleh LAN



Gambar 14. ISP 1



Gambar 15. ISP 2 yang menggunakan Huawei HG8245H5



Gambar 16. Laptop digunakan sebagai *device* untuk mengakses winbox dan pengetesan *download & upload*