



Analisa Perbandingan Kualitas Layanan Load Balancing Menggunakan Metode NTH dan PCC Dalam Proses Pengaksesan Internet

Comparative Analysis of Service Quality Load Balancing Using NTH and PCC Methods in Internet Access Process

Dian Novianto ¹⁾

¹⁾ *Department of Informatics Engineering, Faculty of Information Technology, ISB Atma Luhur Pangkalpinang*
Email: ¹⁾ diannovianto@atmaluhur.ac.id

How to Cite :

Novianto, D. (2021). *Analisa Perbandingan Kualitas Layanan Load Balancing Menggunakan Metode NTH dan PCC Dalam Proses Pengaksesan Internet*. Gatot Kaca Journal, Vol. 2 No. 1 2021 page: 1-10. DOI: <https://doi.org/10.37638/hanoman.2.1.1-10>

ARTICLE HISTORY

Submitted [22 July 2021]
Revised [27 July 2021]
Accepted [03 Agustus 2021]
Published [10 Agustus 2021]

KEYWORDS

QoS, NTH, PCC

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



ABSTRAK

Kualitas layanan pada jaringan sangat penting. Untuk meningkatkan kinerja internet tanpa kendala waktu, diperlukan solusi untuk memastikan ketersediaannya. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menjamin ketersediaan internet adalah load balancing, teknik ini bekerja dengan menyediakan dua atau lebih link aktif untuk membagi lalu lintas data antar link, sehingga apabila salah satu link mati atau overload maka dapat dialihkan ke link lain secara merata. Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan sebagai metode teknik load balancing adalah NTH dan PCC. Sedangkan metodologi penelitian yang digunakan adalah kualitatif dan komparatif, dimana metode komparatif akan membandingkan hasil pengujian teknik load balancing menggunakan metode NTH dan PCC. Pengujian dilakukan dengan cara mengunduh berkas dalam ukuran > 100 MB dan < 100 MB. Untuk analisa performansi QoS berdasarkan parameter : delay, jitter packet loss dan throughput. Hasil Quality of Service (QoS) load balancing yang terbaik setelah diuji dan dibandingkan berdasarkan parameter yang telah ditentukan menghasilkan kesimpulan bahwa metode NTH sedikit lebih baik dibandingkan dengan PCC.

ABSTRACT

The quality of service on the network is very important. To improve internet performance without time constraints, a solution is needed to ensure its availability. One technique that can be used to ensure internet availability is load balancing, this technique works by providing two or more active links to divide data traffic between links, so that if one link dies or overloads it can be diverted to other links evenly. In this study, the methods that will be used as load balancing techniques are NTH and PCC. While the research methodology used is qualitative and comparative, where the comparative method will compare the results of testing load balancing techniques using the NTH and PCC methods. Testing is carried out by means of downloading files in sizes > 100 MB and < 100 MB. For QoS performance analysis based on parameters: delay, jitter packet loss and throughput. The results of the best Quality of Service (QoS) load balancing after being tested and compared based on predetermined parameters resulted in the conclusion that the NTH method was slightly better than PCC.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan akses informasi begitu besar dimasa pandemi covid-19 seperti saat ini. Banyak organisasi yang memanfaatkan internet sebagai cara untuk tetap dapat menjalankan proses bisnis di era new normal. Untuk mendukung kebutuhan akses internet yang tinggi dibutuhkan sebuah metode yang mampu menjaga kehandalan dari kinerja router sebagai pengelola trafik data masuk maupun keluar, metode yang dimaksud adalah load balancing. Teknik load balancing dilakukan dengan menambahkan satu akses link internet alternatif sehingga link akses menjadi dua dengan menggunakan dua link akses dari ISP yang berbeda dan menjadikan routerboard mikrotik sebagai load balancer, agar ketika ISP yang pertama mengalami gangguan maka internet tidak akan terganggu karena ISP yang lainnya masih terkoneksi, dan ketika ISP 1 jumlah clientnya sudah terlalu banyak maka akan di alihkan sebagian ke ISP yang kedua atau sebaliknya karena kedua ISP tersebut sama-sama terkoneksi ke internet, sehingga jaringan internet tetap stabil.



Teknik ini digunakan untuk mendistribusikan beban trafik pada dua jalur koneksi secara seimbang, yang berfungsi agar trafik dapat berjalan secara optimal, dengan memaksimalkan throughput, dan memperkecil waktu tanggap sehingga dapat menghindari overload trafik pada salah satu jalur koneksi dapat menggunakan beberapa metode, antara lain PCC dan NTH. Per Connection Classifier (PCC) merupakan metode yang mengelompokkan trafik koneksi ke router menjadi beberapa kelompok. Pengelompokan ini bisa dibedakan berdasarkan source address, destination address, source port dan destination port. Sehingga dengan pengelompokan koneksi, trafik akan menggunakan atau dilewatkan dari semua link yang ada. Router akan menyimpan informasi tentang link gateway yang dilewati data di tiap trafik koneksi, sehingga pada paket-paket selanjutnya yang masih berkaitan dengan packet data sebelumnya akan dilewatkan pada jalur gateway yang sama juga (M. Hafizh. 2011).

LANDASAN TEORI

Metode NTH (Koneksi ke-N) dikenal dengan metode pendistribusian arah target koneksi dari setiap pengguna, sehingga beban trafik dua ISP tersebut bisa terjaga keseimbangannya dan saling bekerja sama. Ini disebabkan setiap koneksi baru yang masuk dan melewati router akan diatur lewat ISP 1 atau ISP 2 (Euedes, 2018). Ada dua parameter utama dari NTH ini, yaitu every dan Packet. Every merupakan parameter penghitung (counter) sedangkan packet adalah penunjuk paket seberapa rule dari NTH ini akan dijalankan. Dengan demikian penggunaan NTH ini dilakukan dengan mengaktifkan counter pada mangle, kemudian ditandai dengan route-Mark. Sehingga dengan route mark ini digunakan sebagai dasar untuk membuat policy route. Nth diimplementasikan dalam suatu deret yang terdiri dari every dan packet yang akan direalisasikan dalam suatu deret integer. Pada metode load balancing ini, paket data yang masuk akan ditandai sebagai suatu variabel n dalam tipe data integer.

Nilai integer pada every merupakan jumlah kelompok yang ingin dibentuk, jadi jika beban ingin dibagi ke dalam 2 kelompok, maka every akan bernilai 2. Sedangkan pada packet, nilai integer berupa urutan antrian yang dimulai dari angka 1, 2, 3 dan seterusnya atau paket yang masuk akan dikenal sebagai paket 1, 2, 3 dan seterusnya. Dengan aturan yang ada, jalur yang telah ditandai sebagai nth ini akan digabungkan, atau total bandwidth pada keluaran merupakan penjumlahan dari masing-masing bandwidth pada 2 koneksi (M Saripuddin, 2018). Untuk mengetahui kualitas dari layanan diantara kedua metode load balancing tersebut, diperlukan sebuah pengujian yang mencakup, throughput, delay, jitter dan packet loss. Keempat pengujian tersebut dapat menunjukkan seberapa baik metode tersebut dapat menghasilkan kualitas layanan internet yang diberikan saat mengirim dan menerima data, sehingga bisa menjadi pertimbangan dalam memilih metode load balancing yang akan digunakan.

METODE PENELITIAN

Metode Analisis

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif dimana peneliti menjadi alat utama dalam pengumpulan data (Dian, 2018). Pengumpulan data yang peneliti lakukan dengan cara mencari referensi yang terkait dengan topik penelitian dari jurnal maupun buku. Dengan cara tersebut peneliti dapat memahami cara kerja dari teknik maupun metode yang dipakai, sehingga diharapkan dalam pengembangan sistem nantinya akan berjalan dengan baik dan lancar.

Selain itu dalam penelitian ini penulis juga menggunakan metode penelitian komparatif yaitu membandingkan kinerja dari dua metode load balancing dengan membuat model simulasi berupa konfigurasi *load balancing* menggunakan metode NTH dan load balancing menggunakan metode PCC, yang diaktifkan secara bergantian pada sebuah router dan diuji menggunakan sebuah laptop sebagai *client* dengan melakukan pengunduhan berkas dengan ukuran tertentu, sehingga bisa didapatkan capture paket data pada trafik yang melalui router. Dan dalam pembuatan model simulasi, spesifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang peneliti gunakan dalam penelitian ini, seperti pada tabel 1 dibawah ini:

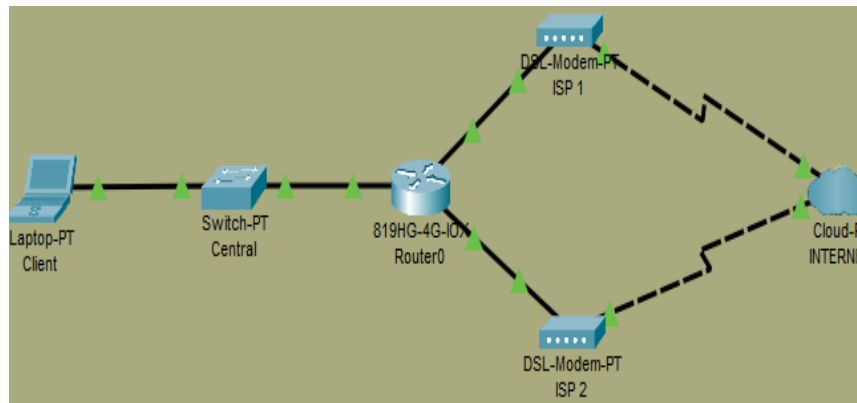
Tabel 1 Perangkat yang digunakan

Perangkat Lunak	Perangkat Keras
Windows 8.1 Pro	Laptop dengan Spesifikasi: Processor A8-4500M up to 2.80 GHz, GPU: AMD HD8750 2GB Vram, RAM 4GB, HDD 500GB
Winbox Loader versi 3.2.7	
Wireshark v.2.5.1	Router RB1100AHx4 1U Rackmount engan Spesifikasi: processor Alpine AL21400 1.4GHz Quad Core, 1GB RAM, routerOS level 6.

Sumber: Data Diolah, 2021



Sedangkan topologi jaringan yang penulis gunakan dalam simulasi *load balancing* di penelitian ini terlihat seperti gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Topologi jaringan

Dari gambar topologi, pengujian akan dilakukan oleh sebuah laptop, dan router akan terhubung dengan 2 ISP yang akan meneruskan paket data menuju internet. Penelitian ini akan menggunakan pengujian pada konektivitas akses internet saat mengunduh berkas. Dimana pada saat dimulai aktifitas pengunduhan berkas, akan dijalankan aplikasi *wireshark* yang bertugas untuk merekam statistik dari lalu lintas data yang terjadi pada router. Ada 2 kategori ukuran berkas yang akan di unduh dalam pengujian ini, yaitu berkas berukuran ≥ 100 MB, dan berkas berukuran < 100 MB. Pengujian akan dilakukan melalui komputer klien terhadap jaringan *load balancing*. Pengujian ini akan mengukur performa jaringan *load balancing* dengan beberapa parameter, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Nantinya dengan aplikasi *wireshark* yang telah dijalankan untuk melakukan *capture* paket data, akan didapatkan nilai – nilai untuk dilakukan pengukuran sesuai dengan parameter yang sudah ditetapkan. Adapun perhitungan nilai serta kategori masing-masing parameter adalah sebagai berikut :

1. Throughput

Throughput yaitu kecepatan (*rate*) *transfer* data efektif yang diukur dalam bps (*bit per second*). *Throughput* sendiri merupakan jumlah total dari kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu, lalu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut (Yanto, 2013). Berikut merupakan nilai *throughput* berdasarkan (Prihatin, 2016).

Tabel 2. Tabel Throughput

Kategori Throughput	Throughput	Indeks
Sangat Bagus	100%	4
Bagus	75%	3
Sedang	50%	2
Buruk	< 25%	1

Sumber: Data Diolah, 2021

Persamaan perhitungan *Throughput*

$$\text{throughput} : \frac{\text{paket data yang diterima}}{\text{lama pengamatan}}$$

2. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay juga dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik kongesti atau juga waktu proses yang lama (Yanto, 2013). Berikut merupakan nilai *delay* berdasarkan (Prihatin, 2016).

Tabel 3. Tabel Delay

Kategori Delay	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 s.d 300 ms	3
Sedang	300 s.d 450 ms	2
Buruk	> 450 ms	1



Persamaan perhitungan *Delay*

$$\text{delay} : \frac{\text{lama pengamatan}}{\text{total paket yang diterima}}$$

3. Jitter

Jitter diakibatkan oleh variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penggabungan ulang paket-paket. *Jitter* lazimnya disebut variasi *delay*, berhubungan erat dengan *latency*.

Tabel 4. Tabel Jitter

Kategori <i>Packet Loss</i>	Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0-75 ms	3
Sedang	75-125 ms	2
Buruk	125-255 ms	1

Persamaan perhitungan *Jitter*

$$\text{Jitter} : \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

4. Packet Loss

Merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan (Yanto, 2013). Berikut merupakan nilai *packet loss* berdasarkan (Prihatin, 2016) .

Tabel 5. Tabel Packet Loss

Kategori <i>Packet Loss</i>	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0 %	4
Bagus	3 %	3
Sedang	15 %	2
Buruk	25 %	1

Sumber: Data Diolah, 2021

Persamaan perhitungan *Packet Loss*

$$\frac{(\text{Paket terkirim} - \text{Paket diterima}) \times 100\%}{\text{Paket yang dikirim}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas implementasi dalam simulasi dalam bentuk berupa tangkapan layar dari hasil pengujian sistem. Untuk mendapatkan *capture* paket data yang melintas di jaringan, penulis menggunakan aplikasi *wireshark*, dimana hasil keluaran dari aplikasi ini akan dicatat dan dibuat grafik untuk dibandingkan antar metode *load balancing*.

Pada gambar 2 terlihat salah satu contoh hasil tangkapan aplikasi *wireshark* saat sedang digunakan.

Traffic	Captured	Displayed
Packets	24596	24596
Between first and last packet	304,918 sec	
Avg. packets/sec	80,664	
Avg. packet size	795,600 bytes	
Bytes	19568571	

Gambar 2. Summary Wireshark



Setelah data *summary* didapatkan, maka dilakukan perhitungan nilai pada masing – masing parameter QoS yang telah ditentukan sebelumnya, adapun pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. *Pengujian Qos Load balancing yang menggunakan metode NTH.*

a. Perhitungan *Throughput*

Data *throughput* diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data yang didapat tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Data Throughput NTH

Ukuran (size)	Paket data yang diterima (Byte)	Lama Pengamatan (Second)
≥ 100 MB	7568571	80,527
< 100 MB	19568571	304,918

Sumber: Data Diolah, 2021

Data yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan persamaan *throughput* :

Percobaan 1 :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{paket data yang diterima}}{\text{lama pengamatan}} \\
 &= (7568571/80,527) \\
 &= (93987,991 \text{ Bps} * 8) / 1024 \\
 &= 734,281 \text{ Kbps}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput(\%)} &= (734,281/1024)*100\% \\
 &= 71,70 \%
 \end{aligned}$$

Percobaan 2 :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{paket data yang diterima}}{\text{lama pengamatan}} \\
 &= (19568571/304,918) \\
 &= (64176,503 \text{ Bps} * 8) / 1024 \\
 &= 501,379 \text{ Kbps}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput(\%)} &= (501,379/1024)*100\% \\
 &= 48,96 \%
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan *Delay*

Data *Delay* diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Data Delay NTH

Ukuran (size)	Lama Pengamatan (Second)	Total Paket
≥ 100 MB	80,527 s	8796
< 100 MB	304,918 s	24596

Sumber: Data Diolah, 2021

Data yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan persamaan *delay*:

Percobaan 1 :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{lama pengamatan}}{\text{total paket yang diterima}} \\
 &= 80,527 / 8796 \\
 &= 0,00915 \text{ s} * 1000 = 9,15 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Percobaan 2 :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{lama pengamatan}}{\text{total paket yang diterima}} \\
 &= 304,918 / 24596 \\
 &= 0,01239 \text{ s} * 1000 = 12,39 \text{ ms}
 \end{aligned}$$



c. Perhitungan *Jitter*

Data *Jitter* diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Data *Jitter* NTH

Ukuran (<i>size</i>)	Variasi Delay	Total Paket
≥ 100 MB	79,969 s	8796
< 100 MB	305,014 s	24596

Sumber: Data Diolah, 2021

Percobaan 1 :

$$= \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

$$= 79,969 / 8796$$

$$= 0,00909 \text{ s} * 1000 = \mathbf{9,09 \text{ ms}}$$

Percobaan 2 :

$$= \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

$$= 305,014 / 24596$$

$$= 0,01240 \text{ s} * 1000 = \mathbf{12,40 \text{ ms}}$$

d. Perhitungan *Packet Loss*

Data *Packet Loss* diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Data *Packet Loss* NTH

Ukuran (<i>size</i>)	Paket Data Terkirim	Paket Data Diterima
≥ 100 MB	8796	8796
< 100 MB	24596	24596

Sumber: Data Diolah, 2021

Data yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan persamaan *packet loss* :

Percobaan 1 :

$$= \frac{(\text{Paket data terkirim} - \text{Paket data diterima}) \times 100\%}{\text{Paket data yang dikirim}}$$

$$= \frac{(8796 - 8796) \times 100\%}{8796} = \mathbf{0\%}$$

Percobaan 2 :

$$= \frac{(\text{Paket data terkirim} - \text{Paket data diterima}) \times 100\%}{\text{Paket data yang dikirim}}$$

$$= \frac{(24596 - 24596) \times 100\%}{24596} = \mathbf{0\%}$$

2. Pengujian Qos Load balancing yang menggunakan metode PCC.

a. Perhitungan *Throughput*

Data *throughput* diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data yang didapat tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Data *Throughput* PCC

Ukuran (<i>size</i>)	Paket data yang diterima (Byte)	Lama Pengamatan (Second)
≥ 100 MB	7816580	83,871
< 100 MB	19392788	303,017

Sumber: Data Diolah, 2021

Data yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan persamaan *throughput* :



Percobaan 1 :

$$= \frac{\text{paket data yang diterima}}{\text{lama pengamatan}}$$

$$= (7816580/83,871)$$

$$= (93197,648 \text{ Bps} * 8) / 1024$$

$$= 728,106 \text{ Kbps}$$

$$\text{Throughput(\%)} = (744,620 / 1024) * 100\%$$

$$= 71,10 \%$$

Percobaan 2 :

$$= \frac{\text{paket data yang diterima}}{\text{lama pengamatan}}$$

$$= (19392788/303,017)$$

$$= (63999,009 \text{ Bps} * 8) / 1024$$

$$= 499,992 \text{ Kbps}$$

$$\text{Throughput(\%)} = (501,379/1024) * 100\%$$

$$= 48,82 \%$$

b. Perhitungan Delay

Data Delay diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Data Delay NTH

Ukuran (size)	Lama Pengamatan (Second)	Total Paket
$\geq 100 \text{ MB}$	83,871 s	8859
$< 100 \text{ MB}$	303,017 s	23919

Sumber: Data Diolah, 2021

Data yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan persamaan delay:

Percobaan 1 :

$$= \frac{\text{lama pengamatan}}{\text{total paket yang diterima}}$$

$$= 83,871 / 8859$$

$$= 0,00946 \text{ s} * 1000 = 9,46 \text{ ms}$$

Percobaan 2 :

$$= \frac{\text{lama pengamatan}}{\text{total paket yang diterima}}$$

$$= 303,017 / 23919$$

$$= 0,01266 \text{ s} * 1000 = 12,66 \text{ ms}$$

c. Perhitungan Jitter

Data Jitter diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Data Jitter NTH

Ukuran (size)	Variasi Delay	Total Paket
$\geq 100 \text{ MB}$	82,415 s	8859
$< 100 \text{ MB}$	305,947 s	23919

Sumber: Data Diolah, 2021

Percobaan 1 :

$$= \frac{\text{totalvariasidelay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

$$= 82,415 / 8859$$

$$= 0,00930 \text{ s} * 1000 = 9,30 \text{ ms}$$



Percobaan 2 :

$$= \frac{\text{totalvariasidelay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

$$= 305,014 / 24596$$

$$= 0,01240 \text{ s} * 1000 = \mathbf{12,40 \text{ ms}}$$

d. Perhitungan Packet Loss

Data Packet Loss diperoleh melalui pengamatan menggunakan *tools wireshark*. Data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Data Packet Loss NTH

Ukuran (size)	Paket Data Terkirim	Paket Data Diterima
≥ 100 MB	8859	8859
< 100 MB	23919	23919

Sumber: Data Diolah, 2021

Data yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan persamaan *packet loss* :

Percobaan 1 :

$$= \frac{(\text{Paket data terkirim} - \text{Paket data diterima}) \times 100\%}{\text{Paket data yang dikirim}}$$

$$= \frac{(8859 - 8859) \times 100\%}{8859} = \mathbf{0\%}$$

Percobaan 2 :

$$= \frac{(\text{Paket data terkirim} - \text{Paket data diterima}) \times 100\%}{\text{Paket data yang dikirim}}$$

$$= \frac{(23919 - 23919) \times 100\%}{23919} = \mathbf{0\%}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada masing – masing metode *load balancing* dengan parameter yang sudah ditentukan, maka didapat hasil perbandingan kategori dan nilai *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* sebagai berikut :

Tabel 12. Perbandingan Nilai Parameter QoS

		NTH	
No	Parameter QoS	Pengunduhan berkas ukuran ≥ 100 MB	Pengunduhan berkas ukuran < 100 MB
1	Throughput	71,70 %	48,96 %
2	Delay	9,15 ms	12,39 ms
3	Jitter	9,09 ms	12,40 ms
4	Packet Loss	0%	0%
		PCC	
No	Parameter QoS	Pengunduhan berkas ukuran ≥ 100 MB	Pengunduhan berkas ukuran < 100 MB
1	Throughput	71,10 %	48,82 %
2	Delay	9,46 ms	12,66 ms
3	Jitter	9,30 ms	12,40 ms
4	Packet Loss	0%	0%

Sumber: Data Diolah, 2021

Penjelasan Tabel 12 :

- Nilai *throughput* pada metode NTH pada percobaan pengunduhan berkas berukuran ≥ 100 MB maupun < 100 MB, bernilai lebih besar dibandingkan metode PCC yang berarti kecepatan transfer data metode NTH lebih cepat dibandingkan PCC, meskipun tidak signifikan.
- Nilai *delay* metode NTH pada percobaan pengunduhan berkas berukuran ≥ 100 MB dan < 100 MB bernilai lebih rendah dibandingkan dengan metode PCC, ini berarti waktu jeda dari metode NTH lebih singkat dibandingkan dengan metode PCC, sehingga paket lebih cepat diterima oleh *client* saat menggunakan metode NTH.



- Nilai *jitter* pada metode NTH pada percobaan pengunduhan berkas berukuran ≥ 100 MB bernilai lebih rendah dibanding metode PCC, namun pada percobaan pengunduhan berkas ukuran < 100 MB, baik metode NTH maupun PCC memiliki nilai yang sama.
- Nilai *packet loss* pada metode NTH dan PCC tidak menunjukkan adanya paket yang hilang selama pengamatan berlangsung.

Tabel 13. Perbandingan Kategori Parameter QoS

No	Parameter QoS	NTH	
		Pengunduhan berkas ukuran ≥ 100 MB	Pengunduhan berkas ukuran < 100 MB
1	<i>Throughput</i>	Sedang	Sedang
2	<i>Delay</i>	Sangat Bagus	Sangat Bagus
3	<i>Jitter</i>	Bagus	Bagus
4	<i>Packet Loss</i>	Sangat Bagus	Sangat Bagus
No	Parameter QoS	PCC	
		Pengunduhan berkas ukuran ≥ 100 MB	Pengunduhan berkas ukuran < 100 MB
1	<i>Throughput</i>	Sedang	Sedang
2	<i>Delay</i>	Sangat Bagus	Sangat Bagus
3	<i>Jitter</i>	Bagus	Bagus
3	<i>Packet Loss</i>	Sangat Bagus	Sangat Bagus

Sumber: Data Diolah, 2021

Penjelasan Tabel 13 :

- Nilai *throughput* baik metode NTH maupun PCC pada percobaan pengunduhan berkas berukuran ≥ 100 MB dan berukuran < 100 MB, kedua metode masuk kedalam kategori sedang.
- Nilai *delay* metode NTH maupun PCC pada percobaan pada percobaan pengunduhan berkas berukuran ≥ 100 MB dan berukuran < 100 MB, masuk kategori bagus, yang berarti *delay* kedua protokol ini rendah.
- Nilai *jitter* metode NTH dan PCC untuk mengunduhan berkas berukuran ≥ 100 MB dan berukuran < 100 MB, masuk kategori bagus.
- Nilai *packet loss* pada kedua metode baik NTH maupun PCC masuk kedalam kategori sangat bagus, dimana selama pengujian tidak menunjukkan adanya paket yang hilang.

KESIMPULAN DAN SARAN

- Masing – masing hasil pengujian pada parameter yang sudah ditentukan menunjukkan kualitas yang sama. Akan tetapi ada sedikit perbedaan pada nilai masing – masing parameter QoS meskipun tergolong sangat tidak signifikan perbedaan nilainya.
- Pada parameter *throughput*, metode NTH memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan metode PCC di setiap percobaan pengunduhan berkas.
- Parameter *delay* menunjukkan hasil bahwa metode NTH memiliki waktu *delay* yang lebih singkat dibandingkan dengan metode PCC.
- Pada *jitter* menunjukkan metode NTH sedikit lebih baik dibandingkan dengan metode PCC untuk percobaan pengunduhan berkas ≥ 100 MB.
- Pada *packet loss*, baik PPTP maupun tidak terdapat paket yang hilang. Yang artinya kedua metode berjalan dengan sangat baik.
- Kinerja metode NTH pada penerapan *load balancing* di jaringan lebih baik dari metode PCC, dari hasil pengujian sisi *Quality of Service* (QoS) yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dian Novianto., Yohanes Setiawan. 2018. Aplikasi Pengamanan Informasi Menggunakan Metode Least Significant Bit (Lsb) dan Algoritma Kriptografi Advanced Encryption Standard (AES) Jurnal Ilmiah Informatika Global, No.2, Vol.09,: <http://ejournal.uigm.ac.id/index.php/IG/article/view/561>
- Euedes Raymond Gene. 2018. Implementasi load balancing dengan Dua ISP Menggunakan Metode NTH (koneksi ke-N) Dan Per Connection Classifier (PCC) Pada Mikrotik. Universitas Sanata Darhma : Skripsi. Yogyakarta.
- Imam Solikin. 2017. Penerapan Metode PPDIOO dalam pengembangan LAN dan WLAN . Jurnal TEKNOLOGI, Vol. 07, No.01, Maret 2017 P-ISSN : 2087-9571, E-ISSN : 2541-335X.



- M. Hafizh. 2011. *Load Balancing Dengan Metode Per Connection Classifier (Pcc) Menggunakan Proxy Server Sebagai Caching*. Jakarta.
- Prihatin Oktivasari & Andri Budhi Utomo, 2016, *Analisa Virtual Private Network Menggunakan OpenVPN Dan Point To Point Tunneling Protocol*.
- Yanto. 2013. *Analisis QoS (Quality of Service) pada jaringan internet (Study Kasus Fakultas Teknik Untan) : Pontianak*.