

ANALISIS PERBANDINGAN PENERAPAN *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN *PER CONNECTION CLASSIFIER* DAN *NTH*

Faisal Adam¹, Martanto², Irfan Ali³

¹ Program Studi Teknik Informatika,

² Program Studi Manajemen Informatika,

³ Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak,

STMIK IKMI Cirebon, Jl. Perjuangan No. 10B, Karyamulya Cirebon, Indonesia

Fadam2554@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan internet semakin meningkat seiring berkembangnya populasi pengguna internet. Saat ini jaringan internet telah masuk ke pelosok desa yang ada di seluruh negara Indonesia. Jaringan tersebut berupa jaringan RT RW net yang dikelola oleh penyedia jasa internet kecil. Menurut badan pusat statistik kabupaten cirebon terdapat 2740 RW yang tersebar di 412 kecamatan, salah satu penyedia jasa internet kecil adalah TN.Net yang bermitra pada *Internet Service Provider (ISP)* yaitu Akses Bersama Sedaya (ABS) dan ISP sebagai *backup* menggunakan kartu GSM. TN. Net menggunakan 2 *internet service provider (ISP)* agar 2 ISP dapat dimanfaatkan dengan optimal maka perlu diterapkan metode *load balancing*. Ada banyak metode untuk menerapkan *load balancing* pada penelitian ini peneliti membandingkan 2 metode penerapan *load balancing* yaitu *Per Connection Classifier (PCC)* dan *NTH*. Ada beberapa tahapan untuk menggunakan metode *load balancing* yaitu tahap pertama peneliti melakukan penerapan *load balancing* yaitu *Per Connection Classifier (PCC)* dan *NTH*, tahap kedua peneliti melakukan rekaman hasil penerapan 2 metode menggunakan *Wireshark*, tahap ketiga peneliti melakukan perhitungan *Quality of service* dari 2 metode dan tahap keempat peneliti mengambil kesimpulan dari hasil perhitungan mana metode yang terbaik. Hasil yang terbaik dari pengambilan nilai rata-rata antara metode *PCC* dan *Nth* yaitu untuk metode terbaik *PCC* dengan nilai *throughput* 2,216, *packet loss* 0%, *delay* 3.163, *jitter* 3.329.

Kata kunci: *Load Balancing, PCC, Nth, Quality of Service, Wireshark*

1. PENDAHULUAN

Internet menjadi tempat bagi setiap pengguna untuk saling terhubung dalam jaringan yang sangat luas. Untuk bisa menggunakan internet dibutuhkan *Internet Service Provider (ISP)* sebagai penyedia layanan internet, baik untuk sambungan lokal maupun internasional. Sambungan lokal menyediakan interkoneksi antar *ISP* di Indonesia agar dapat saling terhubung satu sama lain, sedangkan sambungan internasional menyediakan *bandwidth* yang dapat digunakan untuk terhubung ke *backbone* internasional. Kebutuhan *bandwidth* semakin hari semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah pengguna internet. Untuk itu, TN.NET menyediakan jasa internet kecil untuk para client rumah yang bermitra kepada salah satu *ISP* yang berada di Indonesia yaitu Akses Bersama Sedaya (ABS) dan sebagai *ISP backup* menggunakan kartu GSM. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) dari hasil pendataan Survei Susenas 2021, 62,10% populasi Indonesia telah mengakses internet di tahun 2021. Tingginya pengguna internet ini mencerminkan iklim keterbukaan informasi dan penerimaan masyarakat terhadap perkembangan teknologi dan perubahan menuju masyarakat informasi. Tingginya jumlah pengguna internet di Indonesia tidak terlepas dari pesatnya perkembangan telepon seluler. Pada tahun 2021 tercatat 90,54 persen rumah tangga di Indonesia telah memiliki atau menguasai minimal satu nomor telepon seluler. Angka ini meningkat jika dibandingkan dengan kondisi tahun

2018 yang mencapai 88,46 persen. Untuk itu, menjadi tuntutan bagi administrator untuk menjaga kualitas serta kestabilan pada jaringan internet. Pada saat mengakses internet yang lambat dan terjadinya down, maka dibutuhkan *bandwidth* yang besar demi memenuhi kebutuhan pengguna internet dengan memanfaatkan mekanisme *load balancing* dengan metode *Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth* [1]

Ada manfaat menggunakan teknik penyeimbangan beban, seperti menjamin ketersediaan layanan, skalabilitas, dan keandalan. Mekanisme *load balancing Nth* disebut Penyeimbangan Beban ke-N membuat urutan tertentu yang akan digunakan sebagai antrian sistem dalam aturan *mangle* [2]. Lalu lintas koneksi jaringan internet yang masuk dan keluar dari *router* dikelompokkan dalam grup tertentu menggunakan metode *Per Connection Classifier (PCC)* [3]. Teknik *load balancing* memiliki beberapa mekanisme yang bisa digunakan diantaranya: metode *Per Connection Classifier (PCC)*, *Equal-Cost Multiple Path (ECMP)*, dan *NTH*.

Pada penelitian terdahulu yang berjudul *Load Balancing Per Connection Classifier* dengan Pengukuran *Quality of Service (QoS)* pada Jaringan LAN Lingkup Universitas [4] Alat *Wireshark*, alat *Axence net*, dan beberapa parameter *QoS, throughput, packet loss, delay, jitter*. Penelitian ini menemukan bahwa nilai *delay* menurun dari 180,26 ms menjadi 148,36 ms, *throughput* meningkat dari 1,76 persen menjadi 2,03 persen, dan *packet loss* menurun dari

25,37 persen menjadi 18,59 persen. Konfigurasi *failover* harus menjadi saran berikutnya. Dengan cara ini, jika satu *Internet Service Provider (ISP)* terputus, yang lain akan beralih secara otomatis tanpa dimatikan atau dinonaktifkan.

Berdasarkan kajian terdahulu, konsep yang digunakan parameter QoS yaitu *Axence Net Tools*. Untuk itu penelitian kali ini menggunakan penambahan menggunakan *Microsoft Excel*, sehingga pengukuran menjadi lebih efisien. Maka dari itu, perhitungan pada parameter QoS *delay*, *jitter*, *throughput*, *paket loss* menjadi lebih efektif.

Pada kajian penelitian yang diusulkan terhadap *tool microsoft excel*. Pada saat proses pengambilan data pada parameter *delay*, *jitter* menggunakan *microsoft excel*. Proses pengambilan data menggunakan *tools wireshark*, *tools wireshark* dan *microsoft excel* bertujuan untuk pengukuran parameter QoS diantaranya yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*.

Pada penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dari kedua metode *load balancing Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth*, ketika terjadinya beban trafik padat sehingga mengakibatkan menurunnya kualitas yang berjalan secara tidak optimal. Tujuan berikutnya untuk membandingkan kinerja dari kedua metode *load balancing PCC* dan *Nth*, melihat kestabilan pada masing-masing metode. Selain itu, beberapa peneliti juga melakukan studi komparasi kedua metode *load balancing* tersebut. Seperti perbandingan antara metode *Nth* dan *PCC* pada dua jalur koneksi dengan mempertimbangkan nilai *throughput*, *delay*, *packet loss* dan *jitter*. Perbandingan antara *Nth*, dan *PCC* saat diimplementasikan dengan mempertimbangkan parameter penggunaan *Network Address Translation (NAT)* [5].

Berdasarkan paparan yang telah diuraikan, alasan penulis memilih judul tersebut yaitu agar jaringan internet berjalan dengan lancar. Untuk mengoptimalkan dibutuhkan teknik atau metode *load balancing*. Namun, pada penelitian ini penulis menggunakan teknik *Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth*. Kedua teknik tersebut mempunyai keunggulan, kelemahan serta keistimewaan, maka dari itu penulis bakal menganalisa dan juga mencari tahu manakah metode yang cocok untuk didistribusikan dengan membandingkan hasil dari QoS kedua metode tersebut. Untuk itu penulis melaksanakan penelitian dengan judul analisis perbandingan penerapan jaringan internet *load balancing* menggunakan metode *PCC* dan *Nth*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan hasil pengujian, metode *load balancing* yang telah terbukti mampu mengoptimalkan jaringan internet; namun metode *Nth* lebih unggul dari metode *PCC* dan *ECMP*. Penggunaan metode *load balancing* dengan memanfaatkan empat jalur internet dengan metode *Per Connection Classifier (PCC)*,

Equal-Cost Multiple Path (ECMP), dan *Nth* dapat mengoptimalkan jaringan internet [6].

Pada penelitian Harkamsyah Andrianov, Romi Wijaya yang berjudul *Load Balance (Pcc) With Recursive Gateway Method*. Ketika salah satu koneksi *gateway* terputus, beban koneksi akan secara otomatis beralih ke koneksi *gateway* diam, yang akan menjadi aktif, memanfaatkan metode *PCC* dan teknik *failover gateway recursive* sebagai mekanisme penyeimbangan beban yang efektif. Berdasarkan temuan tersebut, pengujian parameter *Quality of Service (QoS)* dengan *load balancing Per Connection Classifier (PCC)* antara kedua *Internet Service Provider (ISP)* tersebut memberikan hasil yang unggul [7].

Pada penelitian Taufik Rahman, Eko Sulistianto, Aji Sudiby, Sumarna, Bambang Wijonarko yang berjudul *Per Connection Classifier Load Balancing dan Failover MikroTik pada Dua Line Internet*, berjalan dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian implementasi *load balancing* dan *failover* pada aplikasi *GNS3*, penelitian ini menemukan bahwa *bandwidth* koneksi internet meningkat saat *load balancing* diterapkan. Namun, *load balancing* tidak menghubungkan kedua *bandwidth ISP* tersebut karena teknik *load balancing* tidak berarti $512 + 256 = 768$ melainkan $512 + 256 = 512 + 256$ [8].

Pada penelitian Sampurna Dadi Riskiono, Donaya Pasha yang berjudul *Analisis Perbandingan Server Load Balancing dengan Haproxy & Nginx dalam Mendukung Kinerja Server E- Learning*. Berdasarkan temuan penelitian ini, *load balancing* dengan *HAProxy* memiliki waktu respons yang lebih pendek 533,14 ms dibandingkan *load balancing* dengan *Nginx* yang memiliki waktu respons 814,64 ms [9].

Pada penelitian Reza Pakiding, Catur Iswahyudi, Renna Yanwastika Ariyana yang berjudul *Simulasi Perbandingan Load Balancing Dengan Metode Pcc, Ecmp, Dan Nth Menggunakan Gns3*. Berdasarkan temuan penelitian ini, beban penyeimbangan beban *CPU* pada setiap metode penyeimbangan beban ditemukan sebesar 61% untuk metode *Per Connection Classifier (PCC)*, 34% untuk metode *Equal-Cost Multiple Path (ECMP)*, dan 32% untuk metode *Nth*. Perbandingan ini menunjukkan bahwa kinerja router akan menurun jika penyeimbangan beban *CPU* digunakan dengan banyak *bandwidth*. Hasilnya, metode *Nth* akan memiliki kinerja router yang lebih baik daripada dua metode lainnya. Ini karena metode *PCC* dan *ECMP* memberikan beban yang lebih besar pada router selama proses pengujian [10].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian komparatif ditunjukkan untuk mengumpulkan data mengenai penerapan jaringan internet *load balancing* menggunakan *Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth*. Kemudian, dapat membandingkan kinerja dari

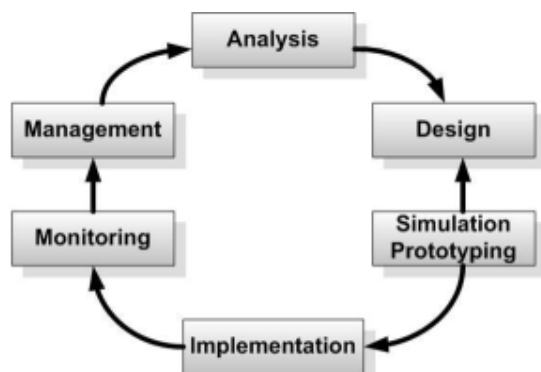
kedua metode tersebut berdasarkan beberapa kriteria, seperti bandwidth, throughput, jitter, packet loss dan delay. Metode penelitian komparatif adalah metode penelitian dengan sifat meneliti hubungan dengan pengamatan langsung pada faktor yang diduga sebagai penyebab sebagai pembanding [11].

Pada penelitian ini menggunakan model penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang dimaksud untuk mengungkapkan gejala secara holistik-kontekstual melalui pengumpulan data dari latar alami dengan memanfaatkan diri peneliti sebagai instrumen kunci. [12].

Pada penelitian ini penulis melakukan analisis perbandingan mekanisme *load balancing* PCC dan Nth. Selain analisis kuantitatif, proses penelitian akan dilakukan dengan konsep tahap penelitian *Network Development Life Cycle (NDLC)*, kemudian memberikan kesimpulan mengenai hasil pengujian dari penelitian dilakukan.

3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian *load balancing* metode *Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth* yaitu *NDLC (Network Development Life Cycle)*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian NDLC

Berdasarkan gambar 3.1, berikut dari tahapan *NDLC (Network Development Life Cycle)*:

1. Analysis.

Tahap yang pertama adalah melakukan *analysis*, peneliti melakukan tahapan *anyysis* dan terdapat beberapa point diantaranya yaitu wawancara, Observasi, dan analisis topologi jaringan.

Pada point wawancara peneliti mewawancarai pemilik dari TN.NET. Pada Ponit observasi peneliti melakukan survei terkait permasalahan pada tempat penelitian.

Pada point analisis topologi jaringan peneliti menganalisa jaringan yang sedang berjalan pada TN.NET. Pada tahap ini sangat penting bagi kebutuhan sistem yang akan diterapkan.

2. Design.

Tahap yang kedua yaitu *design*. Pada tahapan ini peneliti mendesain gambaran topologi jaringan yang sudah ada dan topologi yang akan diusulkan

pada tempat penelitian. Desain tersebut berupa topologi *logical* yang sesuai dengan kebutuhan sistem yang akan diterapkan. Topologi dibangun untuk menerapkan mekanisme *load balancing* dengan metode *Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth* pada jaringan internet TN.NET.

3. Simulation Prototype.

Tahap yang ketiga yaitu *Simulation Prototyping*. Pada tahap ini peneliti melakukan prototipe dengan menggunakan GNS3 sebagai simulasi penerapan *load balancing Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth* sebelum diimplementasikan pada perangkat yang nyata.

4. Implementasion.

Tahap yang keempat yaitu *Implementasi*. Setelah melakukan simulasi prototipe peneliti melakukan implementasi *load balancing* menggunakan mikrotik router pada aplikasi winbox untuk kedua metode *load balancing Per Connection Classifier (PCC)* dan *Nth*.

5. Monitoring.

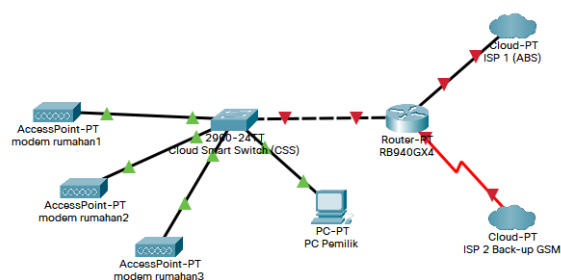
Pada tahap kelima yaitu *monitoring*. Tapahan ini peneliti memonitoring infrastruktur jaringan yang telah diterapkan. Tahap *monitoring* ini bertujuan untuk mengetahui penerapan *load balancing* jaringan internet pada tempat penelitian tersebut berjalan sesuai atau tidak.

6. Management.

Pada tahap terakhir yaitu *management*. Pada tahap ini peneliti mengelola infrastruktur jaringan yang sedang berjalan dengan sesuai. Manajemen yang dilakukan yaitu *backup* konfigurasi ketika terjadi *error* pada router mikrotik yang mengharuskan melakukan *reset* atau *hard reset*.

3.3. Analisis Topologi Jaringan

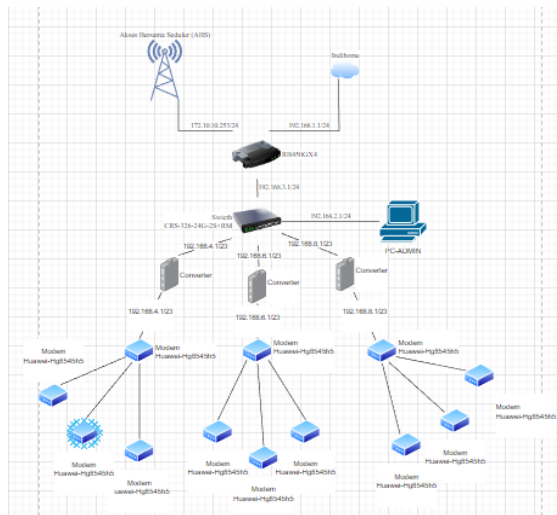
Setelah melakukan wawancara dan observasi peneliti menganalisa jaringan yang sedang berjalan dan ditemukan permasalahan pada jaringan internet. Berikut topologi jaringan yang sedang berjalan pada TN.NET.



Gambar 2. Topologi Sedang Berjalan

3.4. Design

Setelah melakukan tahapan analisis, pada tahap *design* peneliti melakukan penerapan *mekanisme load balancing* dengan metode *PCC* dan *Nth*. Peneliti membuat topologi baru setelah menerapkan mekanisme *load balancing*. Berikut desain topologi baru yang akan di terapkan:



Gambar 3. Topologi Diajukan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hasil Pengujian

Peneliti melakukan pengujian dengan melakukannya aktivitas terhadap komputer client dengan cara menghitung parameter *Quality of Service (QoS)* yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Pengujian menggunakan aplikasi *wireshark* yang sudah terpasang pada komputer client.

4.2. Analisis Hasil Pengujian Terhadap Load Balancing Nth

Analisa hasil pengujian dengan cara menghitung rata-rata nilai *QoS* antara lain *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*. Kemudian dilakukan perbandingan untuk mendapatkan nilai yang paling optimal. Hasil pengujian pengambilan data *Quality of Service (QoS)* terhadap *load balancing Nth* pada saat aktivitas penggunaan internet berjalan. berikut hasil capture pengujian load balancing metode *Nth*.

Tabel 1. Hasil Pengujian Nth

No	Waktu	Throughput (bps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (s)
1	08:50	2,371	0%	2.085	2.087
2	10:34	2,491	0%	2.598	2.598
3	13:22	2,634	0%	3.481	3.482
4	06:00	2,109	0%	2.785	2.785
5	09:24	2,210	0%	2.446	2.446
6	11:09	1,790	0%	2.997	2.997
7	11:11	1,186	0%	4.347	4.347
8	13:43	1,181	0%	5.680	5.680
9	19:15	1,513	0%	3.988	3.988
10	13:36	1,000	0%	5.436	5.436
11	27.00	3,138	0%	2.354	2.354
12	28:04	3,181	0%	2.556	2.556
Rata -rata		2,067	0%	6.909	6.911

4.3. Analisis Hasil Pengujian Terhadap Load Balancing PCC

Analisa hasil pengujian dengan cara menghitung rata-rata nilai *QoS* antara lain *throughput*, *packet loss*,

delay, *jitter*. Kemudian dilakukan perbandingan untuk mendapatkan nilai yang paling optimal. Hasil pengujian pengambilan data *Quality of Service (QoS)* terhadap *load balancing PCC* pada saat aktivitas penggunaan internet berjalan. Berikut hasil capture pengujian load balancing metode *PCC*.

Tabel 2. Hasil Pengujian PCC

No	Waktu	Throughput (bps)	Packet Loss (%)	Delay (s)	Jitter (s)
1	08:55	2,329	0%	2.058	2.077
2	10:40	2,267	0%	2.598	2.598
3	13:23	2,138	0 %	3.227	3.227
4	10:10	2,117	0%	3.330	3.330
5	11:49	1,947	0%	3.523	3.523
6	11:32	0,989	0%	4.925	4.925
7	17:55	1,824	0%	3.217	3.217
8	10:48	2,034	0%	2.821	2.821
9	19:15	1,857	0%	3.912	3.989
10	13:36	1,542	0%	3.431	5.325
11	27.00	3,138	0%	2.354	2.354
12	28:04	3,181	0%	2.556	2.556
Rata-Rata		2,216	0%	3.163	3.329

4.4. Perbandingan Hasil Pengujian Load Balancing Per Connection Classifier (PCC) dan Nth

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah peneliti lakukan, didapatkan untuk nilai rata-rata dari kedua metode *PCC* dan *Nth*. Berikut adalah nilai rata-rata *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*:

A. Throughput

Tabel 3. Nilai Rata-rata Throughput

Keterangan	Throughput (bps)
Rata-rata nilai Nth	2,067
Rata-rata Nilai PCC	2,216

hasil pengujian nilai *QoS* metode *Nth* didapatkan untuk nilai *throughput* yaitu sebesar 2,067 *Mbps* dan pada metode *PCC* didapatkan untuk nilai *throughput* yaitu 2,216 *Mbps*. Berdasarkan kategori standarisasi *Tiphon*, dari hasil nilai *throughput* pada metode *Nth* termasuk dalam kategori bagus dengan indeks *throughput* adalah 3. Dari hasil nilai *throughput* pada metode *PCC* termasuk dalam kategori sangat bagus dengan indeks adalah 4. Berikut adalah tabel standar *tiphon* untuk parameter *throughput*:

Tabel 4. Standar Tiphon Throughput

Kategori Throughput	Throughput (bps)	Indeks
Sangat Bagus	>2,1 Mbps	4
Bagus	1200 kbps-2,1Mbps	3
Sedang	700-1200 kbps	2
Jelek	<700	1

B. Packet Loss

Tabel 5. Nilai Rata-rata Packet Loss

Keterangan	Packet Loss (%)
Rata-rata nilai Nth	0%
Rata-rata Nilai PCC	0%

hasil pengujian nilai QoS metode Nth didapatkan untuk nilai *packet loss* yaitu sebesar 0% dan pada metode PCC didapatkan untuk nilai *packet loss* yaitu 0%. Berdasarkan kategori standarisasi *Tiphon*, dari hasil nilai *packet loss* pada metode Nth termasuk dalam kategori sangat bagus dengan indeks adalah 4. Dari hasil nilai *packet loss* pada metode PCC termasuk dalam kategori sangat bagus dengan indeks adalah 4. Berikut adalah tabel kategori standar tiphon untuk parameter *packet loss*:

Tabel 6. Standar Tiphon Packel Loss

Kategori Packet Loss	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	$\geq 3\%$	3
Sedang	$\geq 15\%$	2
Jelek	$\geq 25\%$	1

C. Delay

Tabel 7. Nilai Rata-rata Delay

Keterangan	Delay (ms)
Rata-rata nilai Nth	6.909
Rata-rata Nilai PCC	3.163

hasil pengujian nilai QoS metode Nth didapatkan untuk nilai *delay* yaitu sebesar 0% dan pada metode PCC didapatkan untuk nilai *delay* yaitu 0%. Berdasarkan kategori standarisasi *Tiphon*, dari hasil nilai *delay* pada metode Nth termasuk dalam kategori sangat bagus dengan indeks adalah 4. Dari hasil nilai *delay* pada metode PCC termasuk dalam kategori sangat bagus dengan indeks adalah 4. Berikut adalah tabel kategori standar tiphon untuk parameter *delay*:

Tabel 8. Standar Tiphon Delay

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

D. Jitter

Tabel 9. Nilai Rata-rata Jitter

Keterangan	Jitter (ms)
Rata-rata nilai Nth	6.911
Rata-rata Nilai PCC	3.329

Hasil pengujian nilai QoS metode Nth didapatkan untuk nilai *jitter* yaitu sebesar 0% dan pada metode PCC didapatkan untuk nilai *jitter* yaitu 0%. Berdasarkan kategori standarisasi *Tiphon*, dari hasil nilai *jitter* pada metode Nth termasuk dalam kategori bagus dengan indeks adalah 3. Dari hasil nilai *jitter* pada metode PCC termasuk dalam kategori bagus dengan indeks adalah 3. Berikut adalah tabel kategori standar tiphon untuk parameter *jitter*:

Tabel 10. Standar Tiphon Jitter

Kategori Jitter	Jitter (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms s/d 75 ms	3
Sedang	75 ms s/d 125 ms	2
Jelek	125 ms /sd 225 ms	1

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penulisan penelitian ini yang telah dibahas mengenai analisis perbandingan penerapan jaringan internet load balancing menggunakan metode Per Connection Classifier (PCC) dan Nth pada TN.NET, peneliti dapat menyimpulkan sebuah kesimpulan adalah sebagai berikut: Penerapan load balancing untuk meningkatkan kestabilan dan efisiensi dalam menggunakan jaringan internet dapat diterapkan untuk akses internet yang lebih stabil, Masing – masing dari hasil pengujian pada parameter Quality of Service (QoS) yang sudah dilakukan menghasilkan kualitas yang sama, akan tetapi ada sedikit perbedaan pada masing – masing nilai dari parameter QoS yaitu throughput, packet loss, delay, jitter meskipun tergolong sangat tidak signifikan perbedaan nilainya, Pada parameter *throughput*, metode *Per Connection Classifier* (PCC) mendapatkan nilai lebih besar yaitu 2,216 dibandingkan metode Nth mendapatkan nilai yaitu 2,067. Pada parameter Packet loss, untuk kedua metode PCC maupun Nth tidak ada paket yang hilang, yang berarti kedua metode tersebut berjalan dengan baik, Pada parameter delay, untuk metode PCC mendapatkan nilai waktu yang lebih singkat yaitu 3.163 sebesar dibandingkan dengan metode Nth mendapatkan nilai sebesar 6.909. Pada parameter *jitter*, metode PCC mendapatkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan metode Nth untuk pengambilan nilai rata-rata pada beberapa data, Kinerja dari metode load balancing PCC lebih baik dibandingkan dengan metode Nth, untuk hasil pengujian dari sisi Quality of Service (QoS).

Demi kelanjutan penelitian yang akan datang, saran yang diajukan oleh penelitian ini adalah : Diharapkan dapat dikembangkan untuk penambahan bandwidth seiring bertambahnya pengguna internet sehingga trafik tetap berjalan dengan stabil, Dalam segi keamanan router mikroik dapat dikembangkan, agar tidak ada pengguna yang ingin meretas data, Menambah banyaknya data yang diambil dan interval waktu pengambilan data agar hasil yang didapatkan lebih akurat, Untuk kedepannya diharapkan menggunakan *Optical Line Terminal (OLT)*, agar pada saat pemasangan baru yang berada jauh dari lokasi TN.NET tidak menggunakan *Point To Point (PTP)*, Ditingkatkan dalam segi jaringan internet agar pengguna nyaman pada saat menggunakan internet terutama pada trafik game.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Praja Risnaldy, "Praja Risnaldy_Analisa QoS Quality of Service Zeroshell pada Mekanisme LoadBalancing dan Failover," *JURNAL MULTINETICS*, vol. 6, 2020.
- [2] F. Wahyu Christanto and A. Priyanto, "Load Balancing-Failover Methods using Static Route with Address List, ECMP, PCC, and Nth for Optimizing LAN Network: A Comparison," 2019.
- [3] D. Taslim, I. Fitri, and R. Nuraini, "Kinerja Load Balancing dengan Menggunakan Metode Per Connection Classifier," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 4, no. 2, p. 124, Nov. 2020, doi: 10.35870/jtik.v4i2.159.
- [4] A. Desy Nur Utomo and P. Sarwono, "Load Balancing Per Connection Classifier dengan Pengukuran Quality of Service pada Jaringan LAN Lingkup Universitas," *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, vol. 2, no. 2, pp. 40–053, 2020, doi: 10.20895/INISTA.V2I2.
- [5] Z. Saharuna, R. Nur, and A. Sandi, "ANALISIS QUALITY OF SERVICE JARINGAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PCC DAN NTH," 2020.
- [6] A. Tantoni, M. T. A. Zaen, and L. Mutawalli, "Komparasi QoS Load Balancing Pada 4 Line Internet dengan Metode PCC, ECMP dan NTH," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 6, no. 1, p. 110, Jan. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3436.
- [7] H. Andrianov and R. Wijaya, "LOAD BALANCE (PCC) WITH RECURSIVE GATEWAY METHOD," *INTERNATIONAL JOURNAL of DYNAMICS in ENGINEERING and SCIENCES (IJDES) LLDIKTI WILAYAH X*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: 10.22216/jod.v7i1.
- [8] T. Rahman, E. Sulistianto, C. Responden, and K. Kunci, "Bambang Wijonarko 5) 1,3,5 Teknologi Komputer, Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Bina Sarana Informatika Jl. Kamal Raya No.18, RT.6/RW.3, Cengkareng Barat," 2021.
- [9] S. D. Riskiono and D. Pasha, "Analisis Perbandingan Server Load Balancing dengan Haproxy & Nginx dalam Mendukung Kinerja Server E- Learning," *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 10, no. 3, p. 135, Dec. 2020, doi: 10.22441/incomtech.v10i3.8751.
- [10] R. Pakiding et al., "SIMULASI PERBANDINGAN LOAD BALANCING DENGAN METODE PCC, ECMP, DAN NTH MENGGUNAKAN GNS3," 2021.
- [11] S. Hafni Sahir, *Metodologi Penelitian*. 2021. [Online]. Available: www.penerbitbukumurah.com
- [12] H. Ahyar and D. Juliana Sukmana, "Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif SERI BUKU HASIL PENELITIAN View project Seri Buku Ajar View project," 2020. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/340021548>