

ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* JARINGAN LOAD BALANCING MENGUNAKAN METODE PCC DAN NTH

Zawiyah Saharuna¹, Rini Nur², Ahmad Sandi³

¹²³ Politeknik Negeri Ujung Pandang

Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10 Tamalanrea Makassar

¹zawiyah@poliupg.ac.id, ²rini@poliupg.ac.id

Abstrak— Penelitian ini menganalisis kinerja dari dua metode *load balancing* yaitu Nth dan *Per Connection Classifier* (PCC). Kedua metode tersebut diimplementasikan pada suatu topologi jaringan yang menggunakan dua *line ISP* dengan memberikan parameter *limit bandwidth* setiap *ISP*. Implementasi metode *load balancing* dilakukan menggunakan MikroTik RouterBoard. Pengujian yang dilakukan adalah dengan mengukur kinerja konektivitas jaringan, mekanisme *failover* dan *Quality of Service* (QoS) jaringan dari kedua metode *load balancing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *load balancing* dapat menyeimbangkan nilai *throughput* dan meminimalkan nilai *packet loss*. Nilai *throughput* pada Nth lebih stabil disetiap *client* daripada PCC. Namun nilai *packet loss* pada PCC lebih kecil daripada Nth. Nilai *delay* dan *jitter* tidak berpengaruh pada penerapan *load balancing*, namun PCC memiliki nilai *delay* dan nilai *jitter* yang lebih kecil dibandingkan Nth. Mekanisme *failover* berjalan baik pada kedua metode *load balancing*, namun mekanisme *failover* pada Nth lebih cepat daripada PCC dengan nilai *downtime* sebesar 3 detik.

Kata Kunci— *Load Balancing*, PCC, Nth, QoS.

Abstract— This study analyses the performance of two *load balancing* methods, namely Nth and *Per Connection Classifier* (PCC). Both methods are implemented in a network topology that uses two *ISP lines* by providing *bandwidth limit* parameters for each *ISP*. The *load balancing* method is implemented using MikroTik RouterBoard. Tests carried out are to measure the performance of network connectivity, *failover* mechanisms and *Quality of Service* (QoS) of both *load-balancing* methods. The results showed that the implementation of *load balancing* could balance the value of *throughput* and minimize the value of *packet loss*. The *throughput* value on Nth is more stable in each *client* than PCC. But the *packet loss* value at PCC is smaller than Nth. *Delay* and *jitter* values have no effect on the application of *load balancing*, but PCC has smaller *delay* and *jitter* values than Nth. The *failover* mechanism works well on both *load balancing* methods, but the *failover* mechanism on Nth is faster than PCC with a *downtime* value of 3 seconds.

Keywords— *Load Balancing*, PCC, Nth, QoS.

I. PENDAHULUAN

Pada jaringan, ketika datang banyak beban trafik dan *request* dari pengguna jaringan, maka bisa jadi salah satu jalur koneksi (*gateway*) pada sistem jaringan akan menjadi lebih terbebani sehingga terjadi kemacetan. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan cara membagi-bagi beban trafik tersebut sehingga tidak berpusat pada salah satu jalur koneksi saja [1]. Teknik inilah yang disebut dengan teknik *load balancing*. *Load balancing* adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan *throughput*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi [2].

Pada MikroTik, implementasi *load balancing* dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti *Equal Cost Multi Path* (ECMP), Nth, dan *Per Connection*

Classifier (PCC) [3]. Kajian mengenai ketiga metode *load balancing* tersebut telah dilakukan. Seperti implementasi ECMP pada jaringan DISKOMINFO Tenggara menggunakan parameter *jitter*, *delay*, *throughput*, *Round Trip Time* (RTT), dan *failover* [4]. Untuk implementasi Nth pada jaringan juga banyak dilakukan, diantaranya adalah implementasi pada dua *ISP* yang mempertimbangkan parameter *bandwidth* [5], implementasi dengan dua jalur koneksi dengan mengatur parameter Nth 2,1 dan Nth 2,2 pada *mangle* MikroTik [6], implementasi dua *ISP* dengan mempertimbangkan *bandwidth* dan mekanisme *failover* [7], dan implementasi Nth pada *multiple gateway* (tiga *ISP*) dengan mempertimbangkan parameter *throughput*, *delay*, dan *packet loss* [8]. Selanjutnya adalah implementasi PCC pada topologi *load balancing* dan *proxy server* jaringan Shmily.net dengan mempertimbangkan jumlah pengguna yang mengakses [9]. PCC juga diimplementasikan pada

jaringan internet PT PLN WS2JB area Palembang dengan mengukur parameter *delay*, *packet loss*, *jitter*, *availability*, dan *throughput* [10].

Selain itu, beberapa peneliti juga melakukan studi komparasi ketiga metode *load balancing* tersebut. Seperti perbandingan antara metode Nth dan PCC pada dua jalur koneksi dengan mempertimbangkan nilai *throughput*, *packet loss* dan *fairness index* [11]. Perbandingan antara ECMP, Nth, dan PCC saat diimplementasikan dengan mempertimbangkan parameter penggunaan *Network Address Translation* (NAT), dan mekanisme *failover* [3].

Pada penelitian ini membandingkan antara metode *load balancing* Nth dan PCC menggunakan perangkat MikroTik *router board* pada jaringan *gateway* dua ISP dengan mempertimbangkan parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*, dan *downtime*.

II. QUALITY OF SERVICE

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada *traffic* data tertentu pada berbagai jenis *platform* teknologi. QoS tidak diperoleh langsung dari infrastruktur yang ada, melainkan diperoleh dengan mengimplementasikannya pada jaringan yang bersangkutan [12]. QoS dirancang untuk membantu pengguna menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa pengguna mendapatkan kinerja yang handal dari aplikasi berbasis jaringan. Parameter-parameter QoS adalah *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*, dan *downtime*.

Throughput merupakan besarnya data yang mampu dikirimkan oleh jaringan dari sumber ke tujuan dalam satu satuan waktu. *Throughput* terkadang disebut dengan *bandwidth* karena *throughput* merupakan nilai suatu *bandwidth* dalam kondisi ril. *Bandwidth* lebih bersifat tetap, sedangkan *throughput* sifatnya dinamis tergantung *traffic* yang sedang terjadi [13].

Berdasarkan standar dari ETSI-TIPHON, *throughput* dapat dikategorikan seperti pada Tabel 1.

TABEL I
KATEGORI THROUGHPUT

| Kategori Throughput | Throughput | Index |
|---------------------|------------|-------|
| Sangat Bagus | 76% - 100% | 4 |
| Bagus | 51% - 75% | 3 |
| Sedang | 26% - 50% | 2 |
| Buruk | <25% | 1 |

(Sumber: ETSI-TIPHON)

TABEL II
KATEGORI PACKET LOSS

| Kategori Packet Loss | Packet Loss | Index |
|----------------------|-------------|-------|
| Sangat Bagus | 0% - 2% | 4 |
| Bagus | 3% - 14% | 3 |
| Sedang | 15% - 24% | 2 |
| Buruk | >25% | 1 |

(Sumber: ETSI-TIPHON)

Packet loss merupakan selisih antara jumlah packet yang dikirim dengan jumlah packet yang diterima atau dengan kata lain *packet loss* adalah besarnya packet yang mengalami kegagalan transmisi sehingga tidak sampai di tujuan [14].

Berdasarkan standar dari ETSI-TIPHON, *packet loss* dapat dikategorikan seperti pada Tabel 2.

Delay merupakan waktu tunda seluruh packet yang berhasil dikirim dari sumber ke tujuan [15]. Waktu tunda mempengaruhi kualitas layanan (QoS) karena waktu tunda menyebabkan suatu packet lebih lama mencapai tujuan.

Berdasarkan standard dari ETSI-TIPHON, *delay* dapat dikategorikan seperti pada Tabel 3.

TABEL III
KATEGORI DELAY

| Kategori Delay | Delay | Index |
|----------------|--------------|-------|
| Sangat Bagus | < 150 ms | 4 |
| Bagus | 150 – 300 ms | 3 |
| Sedang | 300 – 450 ms | 2 |
| Buruk | > 450 ms | 1 |

(Sumber: ETSI-TIPHON)

Jitter adalah variasi *delay* antar packet yang terjadi dalam jaringan. Besarnya nilai *jitter* dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya *congesti* dalam jaringan. Padatnya trafik dalam jaringan dapat menyebabkan terjadinya *congesti* sehingga nilai *jitter* akan semakin meningkat. Peningkatan nilai *jitter* akan menurunkan performa jaringan [13].

TABEL IV
KATEGORI JITTER

| Kategori Jitter | Peak Jitter | Index |
|-----------------|-------------|-------|
| Sangat Bagus | 0 ms | 4 |
| Bagus | 1 - 75 ms | 3 |
| Sedang | 76 - 450 ms | 2 |
| Buruk | > 450 ms | 1 |

(Sumber: ETSI-TIPHON)

Downtime adalah waktu (*period of time*) sistem tidak dapat digunakan untuk menjalankan fungsinya sesuai yang diharapkan. *Downtime* sangat berpengaruh pada nilai *availability* dari suatu perangkat [12]. Jumlah *downtime* yang lama pada jaringan sangat mempengaruhi kinerja maupun kerugian dari sisi *cost*.

III. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian mengikuti diagram *fishbone* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram tersebut merangkum rangkaian pelaksanaan penelitian secara keseluruhan.

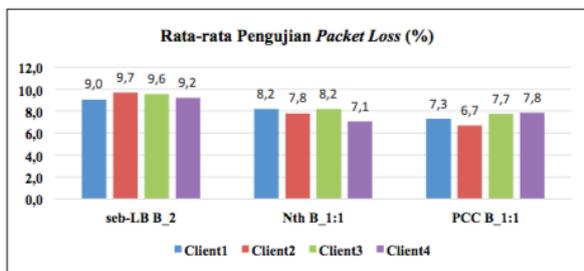
Desain topologi jaringan yang digunakan adalah topologi jaringan sebelum dan setelah penerapan *load balancing* seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

sehingga menghasilkan nilai *throughput* yang berimbang pada proses *download file*. QoS *throughput* dari total semua *client* pada kedua metode *load balancing* yang dihasilkan tergolong bagus karena berada diatas angka 75% berdasarkan standar TIPHON.

2) Packet loss

Pengukuran *packet loss* bertujuan untuk mengetahui persentase paket tidak sampai ke tujuan yang terjadi pada jaringan saat sebelum dan setelah penerapan teknik *load balancing*.

Berdasarkan hasil rata-rata uji *packet loss* seperti pada Gambar 5 terlihat bahwa Seb-LB B_2 rata-rata nilai *packet loss* dari Client1 hingga Client4 lebih tinggi dibandingkan Nth_B_1:1 dan PCC B_1:1. Hal ini terlihat pada rata-rata nilai *packet loss* Client1 sebesar 9,0%, Client2 sebesar 9,7%, Client 3 sebesar 9,6% dan Client4 yang hanya sebesar 9,2%.



Gbr. 5 Grafik rata-rata pengujian packet loss dengan total limit bandwidth 2 Mbps

Pada Nth B_1:1 terlihat rata-rata pengujian nilai *packet loss* fluktuatif. Hal ini terlihat pada rata-rata nilai *packet loss* Client1 sebesar 8,2%, Client2 sebesar 7,8%, Client3 sebesar 8,2% dan Client4 yang sebesar 7,1%. Hal yang sama didapatkan pada PCC B_1:1, terlihat rata-rata pengujian nilai *packet loss* fluktuatif. Hal ini terlihat pada rata-rata nilai *packet loss* Client1 sebesar 7,3%, Client2 sebesar 6,7%, Client3 sebesar 7,7% dan Client4 yang sebesar 7,8%. Jika dicermati nilai *packet loss* PCC B_1:1 lebih kecil dibandingkan dengan nilai *packet loss* Nth B_1:1. Hal ini dikarenakan Nth *load balance* mengirimkan paket data melalui beberapa gateway yang berbeda, sehingga dapat terjadi kegagalan pengiriman paket data akibat perubahan gateway. Berbeda dengan PCC *load balance* yang mengirimkan paket data berdasarkan pasangan alamat sumber dan alamat tujuan sehingga kemungkinan pengiriman paket data lebih kecil.

Berdasarkan dengan data hasil pengujian tersebut, penerapan metode *load balancing* Nth dan PCC dengan perbandingan *limit bandwidth* yang sama dapat meminimalkan nilai *packet loss* pada proses *download file*. QoS dari *packet loss* kedua metode *load balancing* yang dihasilkan tergolong bagus karena kurang dari 15% berdasarkan standar TIPHON.

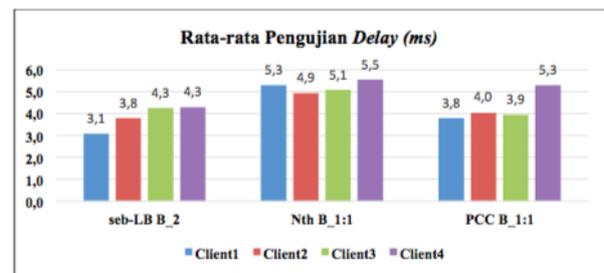
B. Hasil Pengujian Saat Video Conference

Pengujian saat *video conference* yang telah dilakukan untuk mengukur kinerja QoS dalam jaringan menggunakan parameter uji *delay* dan *jitter*. Hasil pengukuran tersebut adalah sebagai berikut:

1) Delay

Pengukuran *delay* bertujuan untuk mengetahui rata-rata jeda waktu antar paket data yang terkirim dari jaringan internet ke client.

Berdasarkan hasil uji *delay* seperti pada Gambar 6 terlihat bahwa Seb-LB B_2 dari Client1 hingga Client4 mengalami kenaikan rata-rata nilai *delay*. Hal ini terlihat pada rata-rata nilai *delay* Client1 sebesar 3,1 ms, Client2 sebesar 3,8 ms, Client3 sebesar 4,3 ms dan Client4 sebesar 4,3 ms. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah proses *download* pertama yang dilakukan oleh Client1 mengambil semua kapasitas *bandwidth*, sehingga ketika Client2, Client3 dan Client4 secara berurutan melakukan *download*, butuh waktu untuk menyesuaikan kapasitas *bandwidth* yang digunakan untuk setiap *client* tersebut. Hal tersebut mempengaruhi nilai *delay* setiap *client*. Semakin tinggi *bandwidth* (nilai *throughput*) yang diperoleh setiap *client* maka semakin kecil *delay* yang terjadi.



Gbr. 6 Grafik rata-rata pengujian delay dengan total limit bandwidth 2 Mbps

Pada Nth B_1:1 terlihat rata-rata pengujian nilai *delay* lebih besar dibandingkan dengan kedua kondisi pengujian yang lain. Terlihat pada rata-rata nilai *delay* Client1 sebesar 5,3 ms, Client2 sebesar 4,9 ms, Client3 sebesar 5,1 ms dan Client4 yang sebesar 5,5 ms. Hal ini dikarenakan Nth *load balance* memungkinkan pengiriman data dari beberapa *gateway* sehingga dari peralihan *gateway* tersebut bisa menimbulkan *delay* yang besar pada setiap paket yang dikirim.

Pada PCC B_1:1 terlihat rata-rata pengujian nilai *delay* fluktuatif. Hal ini terlihat pada rata-rata nilai *delay* Client1 sebesar 3,8 ms, Client2 sebesar 4,0 ms, Client3 sebesar 3,9 ms dan Client4 yang sebesar 5,3 ms. Rata-rata nilai *delay* PCC B_1:1 lebih kecil daripada rata-rata nilai *delay* Nth B_1:1. Hal ini dikarenakan PCC *load balance* mengirimkan paket data berdasarkan pasangan alamat sumber dan alamat tujuan sehingga kemungkinan terjadi *delay* pada pengiriman paket data lebih kecil.

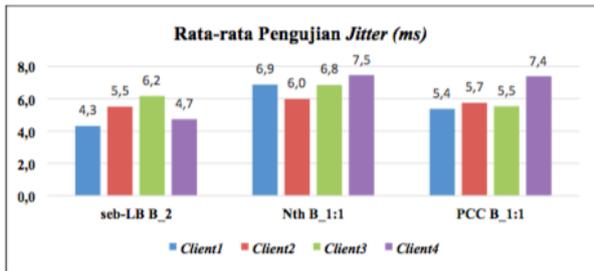
Berdasarkan dengan data hasil pengujian tersebut, *delay* yang terjadi pada saat sebelum penerapan metode *load balancing* masih lebih kecil dibandingkan setelah penerapan *load balancing* khususnya pada

video conference. Namun *delay* yang terjadi pada PCC *load balance* masih lebih kecil dibandingkan dengan Nth *load balance* dan QoS dari *delay* dikedua metode *load balancing* yang dihasilkan tergolong sangat bagus karena kurang dari 150 ms berdasarkan standar TIPHON.

2) *Jitter*

Pengukuran *jitter* bertujuan untuk mengetahui rata-rata variasi *delay* antar paket data yang terkirim dari jaringan internet ke *client*.

Berdasarkan hasil uji *jitter* seperti pada Gambar 7 terlihat bahwa Seb-LB B_2 dari Client1 hingga Client3 mengalami kenaikan rata-rata nilai *jitter* dan pada Client4 rata-rata nilai *jitter* turun. Hal ini terlihat pada rata-rata nilai *jitter* Client1 sebesar 4,3 ms, Client2 sebesar 5,5 ms, Client3 sebesar 6,2 ms dan Client4 sebesar 4,7 ms.



Gbr. 7 Grafik rata-rata pengujian delay dengan total limit bandwidth 2 Mbps

Pada Nth B_1:1 terlihat rata-rata pengujian nilai *jitter* lebih besar dibandingkan dengan kedua kondisi pengujian yang lain. Terlihat pada rata-rata nilai *jitter* Client1 sebesar 6,9 ms, Client2 sebesar 6,0 ms, Client3 sebesar 6,8 ms dan Client4 yang sebesar 7,5 ms. Hal ini dikarenakan Nth *load balance* memungkinkan pengiriman data dari beberapa *gateway* sehingga dari peralihan *gateway* tersebut bisa menimbulkan *jitter* yang besar setiap paket yang dikirim.

Pada PCC B_1:1 terlihat rata-rata pengujian nilai *jitter* fluktuatif. Hal ini terlihat pada rata-rata nilai *jitter* Client1 sebesar 5,4 ms, Client2 sebesar 5,7 ms, Client3 sebesar 5,5 ms dan Client4 yang sebesar 7,4 ms. Rata-rata nilai *jitter* PCC B_1:1 lebih kecil daripada rata-rata nilai *jitter* Nth B_1:1. Hal ini dikarenakan PCC *load balance* mengirimkan paket data berdasarkan pasangan alamat sumber dan alamat tujuan sehingga nilai *jitter* pada pengiriman paket data lebih kecil.

Berdasarkan dengan data hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *jitter* yang terjadi pada saat sebelum penerapan metode *load balancing* masih lebih kecil dibandingkan setelah penerapan *load balancing* khususnya pada *video conference*. Namun *jitter* yang terjadi pada PCC *load balance* masih lebih kecil dibandingkan dengan Nth *load balance* dan QoS dari *jitter* dikedua metode *load balancing* yang dihasilkan tergolong bagus karena kurang dari 75 ms berdasarkan standar TIPHON.

C. Hasil Pengujian Ketika Terjadi Pemutusan Link ke ISP

Pengujian pemutusan *link* ISP saat pengiriman paket ping bertujuan untuk mengukur waktu *downtime*. Paket ping dikirim ke alamat *www.google.com* menggunakan *software* Axence NetTools. Pengujian *downtime* bertujuan untuk mengetahui lama waktu suatu sistem tidak dapat digunakan akibat gangguan yang terjadi pada *router*. Setelah penerapan teknik *load balancing*, saat *link* putus terjadi mekanisme *failover* dari ISP-1 ke ISP-2 maupun sebaliknya untuk meminimalkan *downtime* pada jaringan yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gbr. 8 Proses failover ketika terjadi pemutusan link

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, berikut ini data hasil pengujian *downtime* menggunakan pada kedua metode *load balancing* yang ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN PEMUTUSAN LINK ISP DENGAN TOTAL BANDWIDTH 2 Mbps

| Metode | Downtime (s) | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|-----------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| | Nth B_1:1 | | | | | | | | PCC B_1:1 | | | | | | | |
| | Client1 | | Client2 | | Client3 | | Client4 | | Client1 | | Client2 | | Client3 | | Client4 | |
| ISP (OFF) | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Pengujian 1 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0,0 | 3,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 3,0 | 1,0 | 4,0 | 3,0 |
| Pengujian 2 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 4,0 |
| Pengujian 3 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 3,0 | 1,0 | 4,0 | 3,0 | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 |
| Pengujian 4 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0,0 | 3,0 | 2,0 | 3,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 |
| Pengujian 5 | 0,0 | 1,0 | 3,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 3,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Pengujian 6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Pengujian 7 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 1,0 | 5,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 5,0 | 1,0 | 5,0 |
| Pengujian 8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 3,0 | 0,0 | 4,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 |
| Pengujian 9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Pengujian 10 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 3,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |

Berdasarkan Tabel 5, hasil 10 kali pengujian Nth B_1:1 yang dilakukan di setiap *client*, nilai *downtime* tertinggi Nth B_1:1 terdapat pada beberapa pengujian dengan nilai *downtime* 3,0 s dan nilai *downtime* terendah terdapat beberapa pengujian dengan nilai *downtime* 0 s. Sedangkan hasil 10 kali pengujian PCC B_1:1 yang dilakukan disetiap *client*, nilai *downtime* tertinggi PCC B_1:1 terdapat pada beberapa pengujian dengan nilai *downtime* 5,0 s dan nilai *downtime* terendah terdapat pada beberapa pengujian dengan nilai *downtime* 0 s.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi *load balancing* menggunakan metode Nth dan PCC yang diterapkan pada Mikrotik RouterBoard berjalan dengan baik dan menghasilkan keseimbangan trafik pada dua line ISP berdasarkan pengaturan *limit bandwidth* yang digunakan.
2. Berdasarkan 5 parameter QoS yang diuji, hasilnya dijabarkan sebagai berikut:
 - a. Nilai *throughput* pada metode Nth lebih stabil pada setiap *client* dibandingkan dengan metode PCC.
 - b. Nilai *packet loss*, *delay* dan *jitter* pada metode PCC lebih kecil dibandingkan dengan metode Nth.
 - c. Nilai *downtime* metode Nth lebih singkat dibandingkan dengan metode PCC dimana nilai maksimum *downtime* metode Nth hanya sebesar 4s dibanding dengan nilai maksimum *downtime* metode PCC sebesar 5s.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (UPPM) Politeknik Negeri Ujung Pandang.

REFERENSI

- [1] R. Nur, Z. Saharuna, and R. Wahyuni, "Gateway Redundancy Using Common Address Redundancy Protocol (CARP)," vol. 2, no. 3, 2018.
- [2] I. M. W. Wirawan, "Implementasi Load Balance Pada Jaringan Multihoming Menggunakan Router Dengan Metode Round Robin," *J. Ilmu Komput. UNUD*, vol. 4, no. 1, pp. 15–22, 2011.
- [3] R. Ramandito, "Analisis Performace Jaringan Komputer Dengan Mekanisme Load Balancing-Failover," *Jurnal Teknik Elektro dan Teknologi Informasi UGM*, vol. 3, no. 4. pp. 177–181, 2010.
- [4] A. Husni *et al.*, "Teknik Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (Ecmp) Untuk Mengukur Beban Traffic Di Diskominfo Tenggarong," vol. 3, no. 1, pp. 103–109, 2018.
- [5] T. Sukendar, "Keseimbangan Bandwidth Dengan Menggunakan Dua ISP Melalui Metode Nth Load Balancing Berbasis Mikrotik," *J. Tek. Komput. Amik Bsi*, vol. III, no. 1, pp. 86–92, 2017.
- [6] I. Warman and A. Andrian, "Analisis Kinerja Load Balancing Dua Line Koneksi Dengan Metode Nth (Studi Kasus : Laboratorium Teknik Informatika Institut Teknologi Padang)," *Teknoif*, vol. 5, no. 1, pp. 56–62, 2017.
- [7] A. W. Syaputra and S. Assegaff, "Analisis Dan Implementasi Load Balancing Dengan Metode Nth Pada Jaringan Dinas Pendidikan Provinsi Jambi," *Anal. Dan Implementasi Load Balanc. Dengan Metod. Nth Pada Jar. Dinas Pendidik. Provinsi Jambi*, vol. 2, no. 4, pp. 831–844, 2017.
- [8] R. Rasna and A. Ashari, "Application of Load Balancing with the Nth Method on Multiple Gateway Internet Networks," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 13, no. 2, p. 159, 2019.
- [9] P. Soepomo, "IMPLEMENTASI PROXY SERVER DAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE PER CONNECTION CLASSIFIER (PCC) BERBASIS MIKROTIK (Studi kasus : Shmily.net)," *J. Sarj. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 409–420, 2014.

- [10] Suzanzeffi, F. Utami, and Lindawati, "Optimalisasi Load Balancing Dua Isp Untuk Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik," *Pros. Semin. Nas. Multi Disiplin Ilmu Call Pap. SNATI F*, no. 4, pp. 451–457, 2017.
- [11] M. F. Adani, Jusak, and H. Pratikno, "Analisis Perbandingan Metode Load Balance Pcc Dengan Nth Menggunakan Mikrotik," *J. Control Netw. Syst.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–125, 2016.
- [12] M. Y. Choirullah, M. Anif, and A. Rochadi, "Analisis Kualitas Layanan Virtual Router Redundancy Protocol Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 4, pp. 278–285, 2016.
- [13] I. Iskandar and A. Hidayat, "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)," *J. CoreIT*, vol. 1, no. 2, pp. 67–76, 2015.
- [14] Y. A. Pranata, I. Fibriani, and S. B. Utomo, "Analisis Optimasi Kinerja Quality of Service Pada Layanan Komunikasi Data Menggunakan Ns-2 Di Pt. PIn (Persero) Jember," *Sinergi*, vol. 20, no. 2, p. 149, 2016.
- [15] R. Nur, Z. Saharuna, D. Jurusan, T. Elektro, P. Negeri, and U. Pandang, "ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QoS) PADA INFRASTRUKTUR DATA CENTRE Kategori Delay Sangat bagus Bagus Sedang Buruk Indeks," vol. 2018, pp. 197–202, 2018.