

## SIMULASI PERBANDINGAN LOAD BALANCING DENGAN METODE PCC, ECMP, DAN NTH MENGGUNAKAN GNS3

Reza Pakiding<sup>1</sup>, Catur Iswahyudi<sup>2</sup>, Renna Yanwastika Ariyana<sup>3</sup>,

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Informatika, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
JI Kalisahak No.28 Komplek Balapan Tromol Pos 45, Yogyakarta 55222 Telp:(0274) 563029  
Email: reza.pakiding10@gmail.com<sup>1</sup>, catur@akprind.ac.id<sup>2</sup>, renna@akprind.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*Load balancing is an effort to maximize network quality. By implementing load balancing in a network, traffic will run optimally, throughput can be maximized, reduce response time and avoid overloading one of the connection lines. This research discusses the comparison of load balancing performance with the Per Connection Classifier (PCC), Equal Cost Multi Path (ECMP) and Nth methods using the GNS3 simulation application with the MikrotikOS operating system in its implementation.*

*This research uses a case study of the network topology at the the Institute of Science and Technology AKPRIND Yogyakarta. The research was applied by configuring each method then testing the Quality of Service with parameters of delay, jitter, packet loss, throughput, testing the distribution of traffic paths and testing the CPU Load load on the router side*

*The results of this research is a comparison of network quality based on the tests used with the results of testing the Quality of Service parameters of delay, jitter, packet loss and throughput of the PCC method, getting a better value among other methods, on the CPU Load test the Nth method is better among other methods with the CPU Load value. reached 32%, the ECMP method 34% and the PCC method 61%. In testing the distribution of traffic, the PCC and Nth methods can distribute traffic evenly through both internet sources while the ECMP method only uses one of the paths when carrying out activities*

**Keywords :** Load Balancing, PCC, ECMP, Nth, GNS3, MikrotikOS

### INTISARI

*Load balancing merupakan salah satu upaya untuk memaksimalkan kualitas jaringan. Dengan diterapkannya load balancing dalam suatu jaringan maka traffic akan berjalan optimal, throughput dapat maksimal, memperkecil waktu tanggap dan menghindari overload pada salah satu jalur koneksi. Penelitian ini membahas perbandingan kinerja load balancing dengan metode Per Connection Classifier (PCC), Equal Cost Multi Path (ECMP) dan Nth menggunakan aplikasi simulasi GNS3 dengan sistem operasi MikrotikOS dalam implementasinya.*

*Penelitian menggunakan studi kasus topologi jaringan Kampus Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Penelitian diterapkan dengan melakukan konfigurasi pada masing-masing metode kemudian dilakukan pengujian Quality of Service dengan parameter delay, jitter, packet loss, throughput, pengujian pembagian jalur traffic dan pengujian beban CPU Load pada sisi router.*

*Hasil penelitian berupa perbandingan kualitas jaringan berdasarkan pengujian yang digunakan dengan hasil pengujian Quality of Service parameter delay, jitter, packet loss dan throughput metode PCC mendapat nilai lebih baik diantara metode lainnya, pada pengujian CPU Load metode Nth lebih baik diantara metode lainnya dengan nilai CPU Load mencapai 32%, metode ECMP 34% dan metode PCC 61%. Pada pengujian pembagian traffic metode PCC dan Nth dapat melakukan pembagian traffic secara merata melalui kedua sumber internet sedangkan metode ECMP hanya menggunakan salah satu jalur ketika melakukan aktifitas.*

**Kata Kunci :** Load Balancing, PCC, ECMP, Nth, GNS3, MikrotikOs

## PENDAHULUAN

Di era digital seperti saat ini jaringan internet menjadi kebutuhan utama di berbagai aspek kehidupan. Jaringan internet menjadi poros utama dalam proses berbagi informasi maupun pertukaran data. Di berbagai institusi maupun perusahaan membutuhkan internet dalam proses bisnisnya. Jaringan internet menjadi sangat krusial karena apabila jaringan internet mengalami gangguan maka akan sangat menghambat proses bisnis suatu instansi maupun perusahaan sehingga instansi maupun perusahaan akan berupaya menjaga kualitas jaringan internet yang ada sehingga meminimalisir terjadinya gangguan pada jaringan internet.

Salah satu upaya memaksimalkan kualitas jaringan adalah dengan menggunakan lebih dari satu *ISP*. Beberapa *ISP* dimaksudkan agar apabila satu *ISP* mengalami kendala maka akan otomatis di *backup* oleh *ISP* lainnya. Inilah yang dinamakan *load balancing*. Dengan diterapkannya *load balancing traffic* dapat berjalan optimal, *throughput* dapat maksimal, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi. Dalam proses *load balancing* terdapat beberapa metode yang sering digunakan, metode tersebut diantaranya; metode *Per Connection Classifier (PCC)*, *Equal Cost Multi Path (ECMP)*, dan metode *Nth*.

Ketiga metode *load balancing* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam kerjanya, sehingga penulis tertarik melakukan analisis perbandingan kinerja metode *load balancing* tersebut untuk mengetahui metode mana yang lebih baik dengan menggunakan beberapa parameter kinerja jaringan berdasarkan pengujian *Quality of Service*, pengujian pembagian jalur *traffic* dan pengujian beban *CPU Load*. Analisis perbandingan kinerja metode *load balancing* pada penelitian ini diterapkan melalui aplikasi simulasi *GNS3* yang kemudian diintegrasikan pada *Mikrotik OS* untuk dilakukan konfigurasi metode *load balancing*, digunakannya *GNS3* karena aplikasi simulasi ini merupakan salah satu aplikasi simulasi yang mendukung sistem operasi *mikrotik*, sehingga memungkinkan untuk diterapkan melalui simulasi.

Penelitian membahas mengenai analisis perbandingan metode *load balancing* menggunakan *simulator* perancangan jaringan *GNS3* dengan uji dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kinerja *load balancing* metode *PCC*, *ECMP*, dan *Nth* pada studi kasus jaringan Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta sehingga diharapkan melalui hasil penelitian ini pengguna dapat memilih metode terbaik sesuai kebutuhan dan karakteristik topologi jaringan dalam penerapan *load balancing*. Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini adalah penelitian oleh Hikmata dkk. (2016) dengan judul Analisis Perbandingan Metode *Load balancing ECMP*, *Nth*, dan *PCC* Menggunakan *Mikrotik Cloud Hosted Router* pada *GNS3*. Penelitian tersebut menganalisis karakteristik, keunggulan dan kelemahan dari tiga metode *load balancing* yaitu *Equal Cost Multi path (ECMP)*, *Nth*, *Per Connection Classifier (PCC)*. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan menerapkan ketiga metode dalam simulasi topologi jaringan pada *software GNS3*. Implementasi dilakukan menggunakan *Mikrotik Cloud Hosted Router (CHR)*. Pengujian dilakukan dengan mencatat *bandwidth* yang masuk kedalam setiap jalur koneksi menggunakan alat gaphing. Penelitian ini menghasilkan metode *ECMP* adalah metode *load balancing* yang paling baik digunakan pada topologi jaringan penelitian ini dalam pembagian *traffic* dan juga handal terhadap efek *failover*.

Penelitian oleh Firdaus (2017) dengan judul Analisis Perbandingan Kinerja *Load Balancing* Metode *Ecmp (Equal Cost Multi-Path)* dengan Metode *Pcc (Per Connection Classifier)* pada *Mikrotik Router OS*. Penelitian tersebut membandingkan kinerja metode *load balancing ECMP* dan *PCC* dengan tujuan mencari metode dengan kinerja terbaik dalam penerapan *load balancing*. Pada penelitian ini menggunakan virtual machine untuk simulasi jaringan, kemudian pengujian dilakukan melakukan aktivitas *request* dari *client* ke *server* melalui *protocol TCP* maupun *UDP* dengan menggunakan aplikasi *network analyzer* yang sebelumnya telah ditentukan. Kesimpulan akhir dari penelitian yang dilakukan diantaranya yaitu, metode *PCC* menghasilkan *throughput* lebih baik daripada metode *ECMP*, metode *PCC* memiliki ketahanan atau reliabilitas yang baik ketika terjadi gangguan pada jaringan, metode *ECMP* menghasilkan *RTT* yang lebih baik daripada metode *PCC*, perbandingan *jitter* dan *packet loss* pada kedua metode *load balancing* tidak signifikan perbedaannya.

Penelitian oleh Saharuna dkk. (2020) dengan judul Analisis *Quality Of Service* Jaringan *Load balancing* Menggunakan Metode *PCC* dan *Nth*. Penelitian menganalisis kinerja dua metode *load balancing* yang kemudian diimplementasikan pada sebuah topologi jaringan menggunakan dua *line ISP* dengan parameter *limit bandwidth* setiap *ISP*. Implementasi penelitian menggunakan *Mikrotik RouterBoard*. Parameter *QoS* pengujian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jiter*, *downtime*. Hasil pengujian menyatakan bahwa nilai *throughput*

pada metode *Nth* lebih stabil pada setiap *client* dibandingkan dengan metode *PCC*, Nilai *Packet loss, delay, jitter* pada metode *PCC* lebih kecil dibandingkan dengan metode *Nth*, pada nilai *downtime* lebih singkat metode *Nth*, dimana nilai maksimum *downtime* metode *Nth* sebesar 4s sedangkan nilai *downtime* metode *PCC* sebesar 5s. hasil penelitian ini menyatakan bahwa implementasi *load balancing* metode *Nth* dan *PCC* yang diterapkan pada *mikrotik RouterBoard* berjalan dengan baik serta menghasilkan keseimbangan *traffic* pada dua *line ISP* berdasarkan pengaturan *limit bandwidth* yang digunakan.

Penelitian oleh Zurkarnaen & Isnaini (2018) dengan judul Implementasi *Load balancing* dengan Metode *Equal Cost Multi-Path*. Penelitian tersebut membahas mengenai implementasi *load balancing* menggunakan metode *ECMP* di Lab Kampus STIMIK Lombok. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data, metode analisis data dan metode pengembangan. Beberapa hasil dari penelitian ini diantaranya *Load balancing* menggunakan metode *ECMP* membagi beban jaringan menjadi sama rata berdasarkan perbandingan kecepatan tiap *ISP*, terbaginya beban secara merata membuat performa jaringan secara keseluruhan dapat turun namun dapat ditoleransi jika menggunakan *provider* yang baik, *ECMP* merupakan *persistent per-connection* sehingga jika salah satu jalur *ISP down check-getway* akan memutuskan jalur tersebut kemudian menggunakan jalur *ISP* lain yang masih aktif, *ECMP* memiliki tingkat keandalan yang tinggi jika melihat dari tingkat kehilangan data saat melakukan *efek failover* tetapi tidak pada kondisi ekstrim.

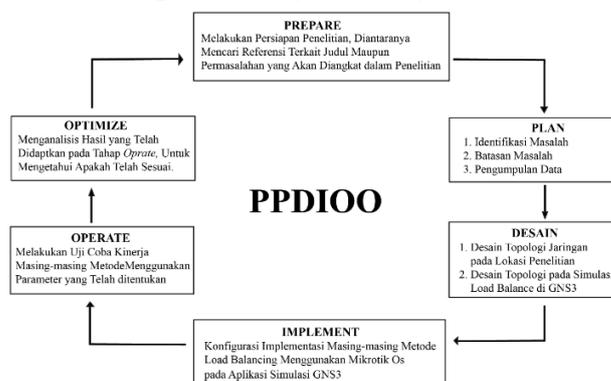
Penelitian oleh Elhanafi dkk(2019) dengan judul Simulasi Implementasi *Load balancing PCC* Menggunakan *Simulator Gns3*. Penelitian tersebut menjelaskan tentang implementasi *load balancing* metode *PCC* dengan menggunakan *mikrotik* pada *simulator GNS3*. Penelitian ini dilakukan hanya pada jaringan lan, dan tidak terhubung pada internet sehingga jaringan yang dihasilkan hanya terlihat dari hasil uji coba *ping* yang dilakukan melalui *PC* ke *router*. *Traffic* yang diperoleh *load balancing* menggunakan metode *PCC* pada penelitian ini lebih lancar tanpa ada penumpukan data

Berdasarkan beberapa penelitian mengenai metode *load balancing* yang dijadikan sebagai referensi dan acuan di atas, masing-masing memiliki kelebihan yang diacu dan kekurangan yang disempurnakan dalam penelitian ini. Pada penelitian ini akan membahas mengenai simulasi perbandingan *load balancing* dengan metode *PCC, ECMP, dan Nth* menggunakan aplikasi simulasi *GNS3* dengan studi kasus jaringan kampus IST AKPRIND Yogyakarta. Harapannya dengan adanya penelitian ini dapat menjadi acuan metode *load balancing* di kampus IST AKPRIND Yogyakarta, sehingga kinerja jaringan dapat berjalan lebih baik lagi.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Diagram Alir Penelitian**

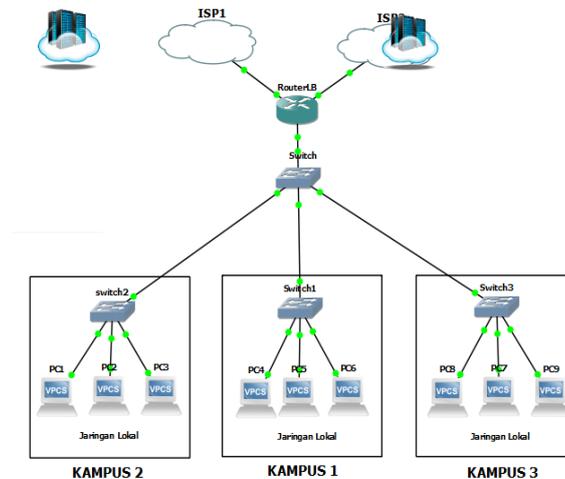
Diagram alir penelitian merupakan prosedur dalam langkah-langkah penelitian untuk melakukan Simulasi Perbandingan *Load balancing* dengan Metode *PCC, ECMP, Nth* Menggunakan *GNS3* di Kampus Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Diagram ini menggunakan metode *PPDIOO* yang merupakan metode perancangan dari Cisco atau biasa disebut dengan siklus hidup layanan jaringan Cisco yang dirancang untuk mendukung perkembangan suatu jaringan. *PPDIOO* terdiri dari *Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, dan Optimize*. (Oppenheimer, 2011) Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**Rancangan topologi Simulasi**

Rancangan topologi simulasi jaringan Kampus Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang digunakan sebagai simulasi *Load balancing* seperti pada gambar 2. Topologi simulasi tersebut menggunakan dua sumber internet (*ISP*). Kedua sumber internet tersebut didistribusikan menggunakan *Load balancing* pada *router Mikrotik Os*, dengan menerapkan ketiga metode *Load balancing* yang telah dipilih yaitu *PCC*, *ECMP*, dan *Nth*. Kemudian dari *router* dikoneksikan ke ketiga kampus, pada simulasi menggunakan kabel sebagai media penghubungnya kemudian terdapat beberapa *client* pada masing-masing kampus dengan skenario salah satu *client* melakukan pengujian pada setiap metode *load balancing*. Kemudian dilakukan analisis mengenai kinerja masing-masing metode *Load balancing* dengan menggunakan metode analisis *Quality of Service (QoS)*, pengujian pembagian jalur *traffic* dan pengujian beban *CPU Load*.

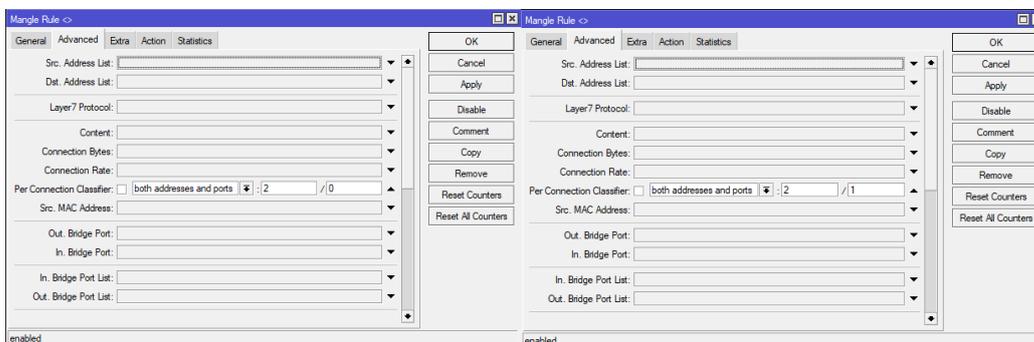


Gambar 2. Rancangan Topologi Simulasi

**Hasil Dan Pembahasan**

**Konfigurasi PCC**

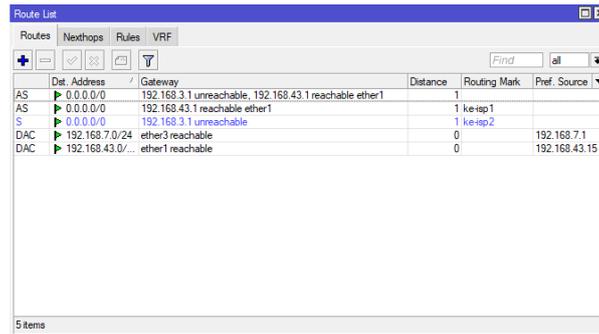
Pada metode *PCC* dilakukan konfigurasi *firewall mangle* untuk mengatur paket yang melewati router, dimana pada *PCC* dilakukan pengaturan berdasarkan *both address and ports*, seperti pada Gambar 3 yang merupakan pengaturan *PCC* pada masing-masing sumber internet ether 1 dan ether 2



Gambar 3 Pengaturan PCC

**Konfigurasi ECMP**

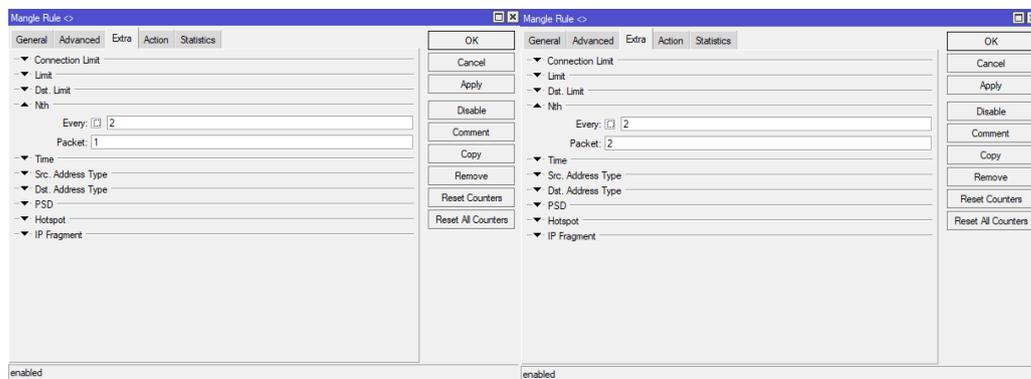
Pada metode *ECMP* dilakukan konfigurasi *routes* untuk mengatur jalur routing, dimana pada *ECMP* hanya dilakukan pengaturan jalur pada masing-masing sumber internet seperti pada Gambar 4. Konfigurasi *ECMP* tidak spesifik konfigurasi pada metode *PCC* dan *Nth*.



Gambar 4. Routes pada ECMP

**Konfigurasi Nth**

Pada metode Nth dilakukan konfigurasi *firewall mangle* untuk mengatur paket yang melewati router, dimana pada Nth dilakukan pengaturan berdasarkan *Every dan Packet* pada menu *Extra*, seperti pada Gambar 5 yang merupakan pengaturan Nth pada masing-masing sumber internet ether 1 dan ether 2



Gambar 5. Pengaturan Nth

**Pengujian Quality of Service**

Pada pengujian *Quality of Service* menggunakan beberapa parameter pengujian yang meliputi *delay, throughput, packet loss, dan jitter*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Wireshark* sebagai aplikasi analisis jaringan. Jaringan pada setiap metode *PCC, ECMP, Nth* diuji pada lima kali pengujian untuk setiap metode dengan estimasi waktu 5 menit dengan hasil pengujian seperti pada table 1 dan hasil rata-rata pada table 2 berikut:

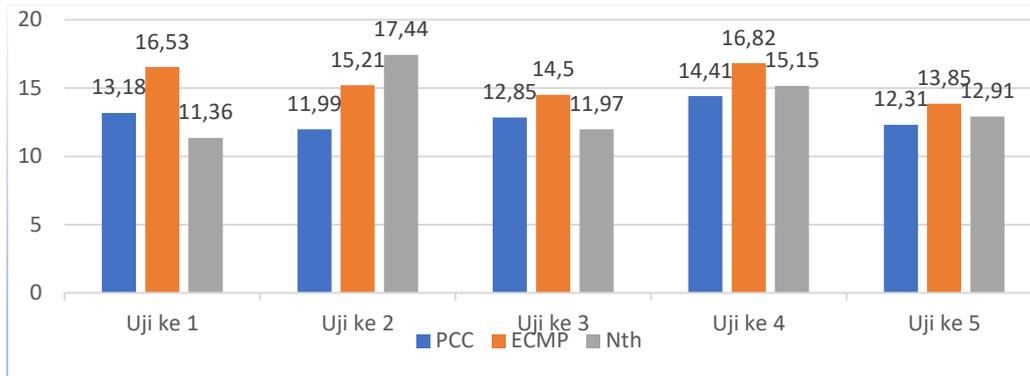
Tabel 1. Pengujian *Quality of Service*

Parameter	Rata -rata					
	PCC	Keterangan	ECMP	Keterangan	Nth	Keterangan
Delay (ms)	12,95	Sangat bagus	15,38	Sangat Bagus	13,77	Sangat Bagus
Jitter (ms)	13,60	Bagus	14,55	Bagus	13,73	Bagus
Packet loss (%)	0,24	Sangat bagus	0,42	Sangat Bagus	0,5	Sangat bagus
Throughtput (Kbps)	630	Sedang	569	Sedang	586	Sedang

Tabel 2. Rata-rata Pengujian *Quality of Service*

Pengujian QoS	Delay (ms)			Jitter (ms)			Paket loss (%)			Throughtput (Kbps)		
	PCC	ECMP	Nth	PCC	ECMP	Nth	PCC	ECMP	Nth	PCC	ECMP	Nth
Pengujian 1	13,18	16,53	11,36	16,52	12,47	11,35	0,4	0,4	0,5	627	545	702
Pengujian 2	11,99	15,21	17,44	11,98	15,2	17,26	0,3	0,3	0,4	640	553	448
Pengujian 3	12,85	14,5	11,97	12,85	14,5	11,97	0,2	0,6	0,9	645	612	667
Pengujian 4	14,41	16,82	15,15	14,41	16,8	15,14	0,1	0,3	0,2	560	511	530
Pengujian 5	12,31	13,85	12,91	12,3	13,85	12,91	0,2	0,5	0,5	679	626	582

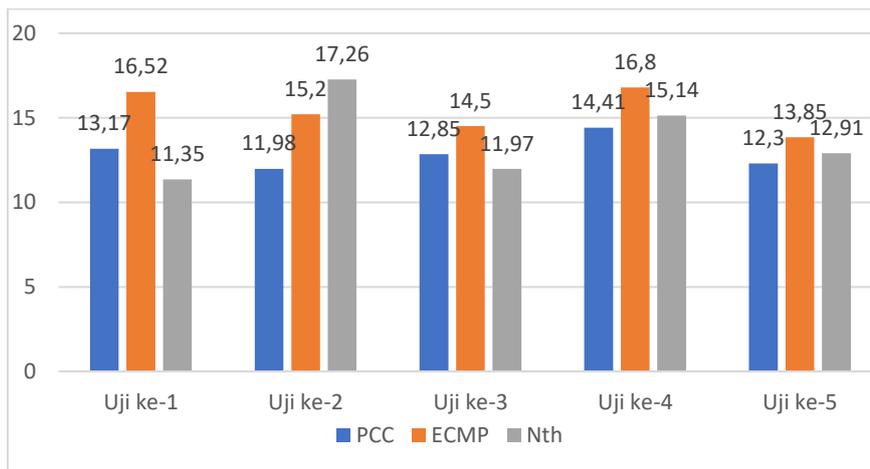
1. Parameter Delay



Gambar 6. Tampilan analisis *delay*

Pada Gambar.6 menampilkan hasil analisis delay di ketiga metode *load balancing* dengan 5 kali pengujian. Untuk rata-rata *delay* telah ditampilkan pada Tabel.2, dari tabel rata-rata dan gambar analisis *delay* dari ketiga metode dapat dilihat bahwa metode *PCC* mendapatkan nilai *delay* yang lebih kecil (paling bagus) dibandingkan kedua metode lainnya. Dengan rata-rata nilai *delay PCC* 12,95 ms, kemudian *Nth* 13,77 ms, dan nilai *ECMP* 15,38 ms, akan tetapi kedua metode lainnya juga masih memiliki *index* nilai rata-rata *delay* yang sangat bagus

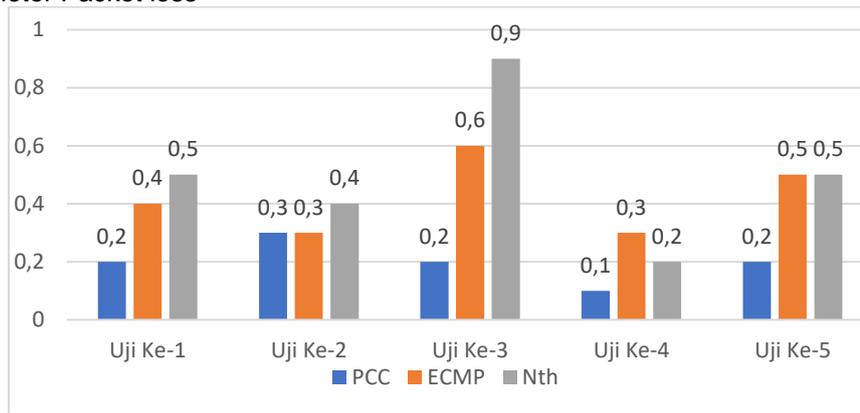
2. Parameter Jitter



Gambar 7. Tampilan analisis *Jitter*

Pada Gambar.7 menampilkan hasil analisis jitter di ketiga metode *load balancing* dengan 5 kali pengujian. Untuk rata-rata jitter telah ditampilkan pada Tabel 2, dari tabel rata-rata dan gambar analisis jitter dari ketiga metode dapat dilihat bahwa metode *PCC* mendapatkan nilai jitter yang lebih kecil (paling bagus) dibandingkan kedua metode lainnya. Dengan rata-rata nilai *jitter PCC* 12,94 ms, kemudian *Nth* 13,73 ms dan nilai *ECMP* 15,37 ms, akan tetapi kedua metode lainnya juga masih memiliki *index* nilai jitter yang bagus

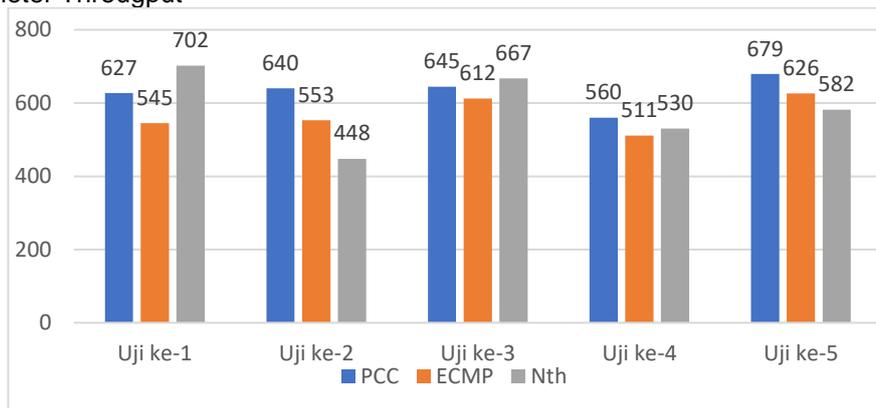
3. Parameter Packet loss



Gambar 8. Tampilan analisis *packet loss*

Pada Gambar.8 menampilkan hasil analisis *packet loss* di ketiga metode *load balancing* dengan 5 kali pengujian. Untuk rata-rata *packet loss* telah ditampilkan pada Tabel 2, dari tabel rata-rata dan gambar analisis *packet loss* dari ketiga metode dapat dilihat bahwa metode *PCC* mendapatkan nilai *packet loss* yang lebih rendah (paling bagus) dibandingkan kedua metode lainnya dengan nilai *packet loss* 0,2% dengan predikat sangat bagus, Kemudian metode *ECMP* mendapatkan nilai *packet loss* 0,42% masih dengan predikat paling bagus, metode *Nth* mendapatkan nilai *packet loss* 0,5 dengan predikat paling bagus

4. Parameter Throughput



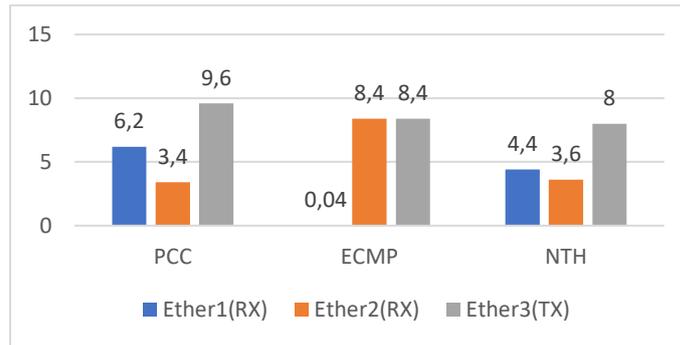
Gambar 9. Tampilan analisis *throughput*

Pada Gambar.9 menampilkan hasil analisis *Throughput* di ketiga metode *load balancing* dengan 5 kali pengujian. Untuk rata-rata *Throughput* telah ditampilkan pada Tabel 2, dari tabel rata-rata dan gambar analisis *throughput* dari ketiga metode dapat dilihat bahwa metode *PCC* mendapatkan nilai *throughput* yang lebih tinggi (paling bagus) dibandingkan kedua metode lainnya mendapatkan nilai *throughput* 630 Kbps dengan predikat sedang, metode *Nth* mendapatkan nilai *throughput* 586 Kbps dengan predikat sedang, metode *ECMP* mendapatkan nilai 569 Kbps dengan predikat sedang.

**Pengujian Pembagian *traffic***

Pengujian dilakukan dengan skenario *client* melakukan aktifitas kecepatan *download* data dan *upload* data pada proses *speedtest* yang dilakukan disalah satu *website*, kemudian dilakukan pengamatan pada *traffic* yang mengarah ke kedua *ISP* untuk mengetahui proses pembagian *traffic*nya berjalan dengan baik atau tidak. Berikut hasil pengujian yang dilakukan :

1. Pengujian aktifitas *download* pada setiap metode *load balancing*



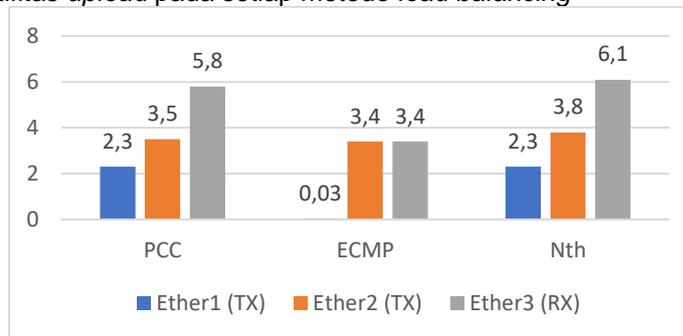
Gambar 10. Grafik aktifitas *download*

Pada Gambar.13 menampilkan aktifitas *download* pada setiap metode load balancing. Pada Metode PCC *ether1* mendapatkan Rx 6,2 Mbps, *ether2* mendapatkan Rx 3,4 Mbps sehingga pada *ether3* mendapatkan Tx 9,6 Mbps. Dari pengamatan aktifitas *download* pada metode load balance PCC dapat dikatakan bahwa pembagian *traffic* aktifitas *download* pada ISP1 dan ISP2 merata, karena kedua jalur dapat digunakan secara bersamaan ketika melakukan aktifitas.

Pada Metode ECMP *ether1* mendapatkan Rx 5,4 Kbps, *ether2* mendapatkan Rx 8,4, sehingga pada *ether3* mendapatkan Tx 8,4 Mbps. Dari pengamatan aktifitas *download* pada metode load balance ECMP dapat dikatakan bahwa pembagian *traffic* aktifitas *download* pada ISP1 dan ISP2 tidak merata, karena hanya menggunakan salah satu jalur ketika melakukan aktifitas.

Pada Metode Nth *ether1* mendapatkan Rx 4,4 Mbps, *ether2* mendapatkan Rx 3,6 Mbps, sehingga pada *ether3* mendapatkan Tx 8,0 Mbps. Dari pengamatan aktifitas *download* pada metode load balance Nth dapat dikatakan bahwa pembagian *traffic* aktifitas *download* pada ISP1 dan ISP2 merata, karena kedua jalur dapat digunakan secara bersamaan ketika melakukan aktifitas.

2. Pengujian aktifitas *upload* pada setiap metode load balancing



Gambar 11 Grafik aktifitas *upload*

Pada Gambar.11 menampilkan aktifitas *upload* pada setiap metode load balancing. Pada Metode PCC *ether1* mendapatkan Tx 2,3 Mbps, *ether2* mendapatkan Rx 3,5 Mbps sehingga pada *ether3* mendapatkan Tx 5,8 Mbps. Dari pengamatan aktifitas *download* pada metode load balance PCC dapat dikatakan bahwa pembagian *traffic* aktifitas *download* pada ISP1 dan ISP2 merata, karena kedua jalur dapat digunakan secara bersamaan ketika melakukan aktifitas.

Pada Metode ECMP *ether1* mendapatkan Tx 36,5 Kbps, *ether2* mendapatkan Tx 3,4 Mbps, sehingga pada *ether3* mendapatkan Rx 3,4 Mbps. Dari pengamatan aktifitas *upload* pada metode load balance ECMP dapat dikatakan bahwa pembagian *traffic* aktifitas *upload* pada ISP1 dan ISP2 tidak merata, karena hanya menggunakan salah satu jalur ketika melakukan aktifitas.

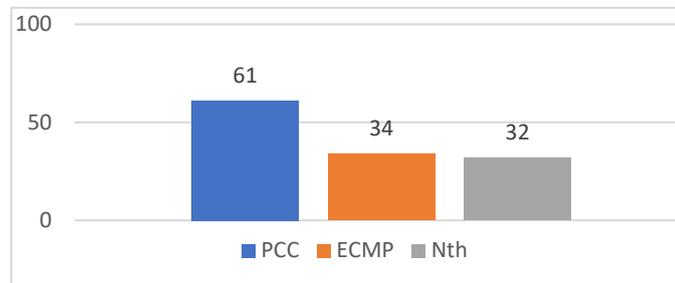
Pada Metode Nth *ether1* mendapatkan Rx 4,4 Mbps, *ether2* mendapatkan Rx 3,6 Mbps, sehingga pada *ether3* mendapatkan Tx 8,0 Mbps. Dari pengamatan aktifitas *download* pada metode load balance Nth dapat dikatakan bahwa pembagian *traffic* aktifitas *upload* pada ISP1 dan ISP2 merata, karena kedua jalur dapat digunakan secara bersamaan ketika melakukan aktifitas.

Pada pengujian pembagian *traffic* berdasarkan aktifitas *download* dan *upload* yang telah dilakukan pada masing-masing metode load balancing dapat disimpulkan bahwa metode PCC dan Nth dapat melakukan pembagian *traffic* secara merata melalui kedua sumber internet, hal tersebut

sesuai dengan penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Saharuna dkk. (2020) yang menyatakan bahwa metode *PCC* dan *Nth* melakukan pembagian *traffic* secara seimbang.

### Pengujian beban *CPU Load*

Pengujian beban dilakukan dengan skenario *client* mengakses salah satu *web server* menggunakan aplikasi pengujian *Webserver stress tool* dengan mensimulasikan akses sebanyak 1000 *user*, *click delay* 10 seconds dan *run until* 20 *click per user*, berikut diagram hasil pengujian



Gambar 12 Grafik Hasil pengujian CPU Load

Dari hasil uji beban *CPU Load* yang telah dilakukan menghasilkan beban *CPU Load* pada masing-masing metode *load balancing* dengan metode *PCC* mendapatkan beban paling besar 61%, kemudian metode *ECMP* mendapat beban 34% dan metode *Nth* mendapatkan beban 32% dari perbandingan beban *CPU Load* tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan *CPU Load* dengan *resource* yang tinggi akan mengurangi performa *router*. Sehingga performa *router* pada metode *Nth* akan lebih baik dari pada kedua metode lainnya hal ini disebabkan pada metode *PCC* dan *ECMP* beban yang diberikan pada *router* pada proses uji lebih besar.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian *Quality of Service* dengan parameter *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput* dari 5 kali pengujian metode *PCC* lebih baik diantara metode lainnya. Pada parameter *delay*, nilai rata-rata metode *PCC* 12,95 ms, kemudian *Nth* 13,77 ms dan metode *ECMP* dengan rata-rata *delay* 15,38 ms. Pada parameter *Jitter* nilai rata-rata metode *PCC* 12,94 ms, kemudian *Nth* 13,73 ms dan metode *ECMP* dengan rata-rata *jitter* 15,37 ms. Pada parameter *Packet loss* nilai rata-rata metode *PCC* 0,20 %, kemudian *ECMP* 0,42 % dan metode *Nth* dengan rata-rata *Packet loss* 0,50 %. Pada parameter *Throughput* nilai rata-rata metode *PCC* 630 Kbps, *Nth* 586 Kbps dan metode *ECMP* dengan rata-rata *throughput* 569 Kbps.
2. Pada pengujian pembagian jalur *traffic* Metode *PCC* dan Metode *Nth* memiliki karakteristik pembagian jalur *traffic* yang lebih baik, kedua metode dapat melakukan pembagian jalur *traffic* secara merata saat melakukan aktivitas penerimaan dan pengiriman paket data, metode *PCC* dan metode *Nth* dapat menggunakan kedua jalur *ISP* secara bersamaan. Sedangkan pada metode *ECMP* hanya dapat menggunakan salah satu jalur *traffic* saat melakukan aktivitas jaringan.
3. Pada pengujian beban *CPU Load* yang diamati pada sisi *router* saat melakukan aktivitas dengan skenario *client* mengakses salah satu *web server* menggunakan aplikasi pengujian *Webserver stress tool* dengan mensimulasikan akses sebanyak 1000 *user*, *click delay* 10 seconds dan *run until* 20 *click per user*, menghasilkan metode *Nth* lebih baik diantara metode lainnya dengan nilai beban pada *CPU Load* mencapai 32%, kemudian metode *ECMP* mencapai 34% dan pada metode *PCC* nilai beban pada *CPU Load* mencapai 61%.

### Saran

Penelitian ini memiliki beberapa kelemahan yang diharapkan dapat dikembangkan dalam penelitian selanjutnya, diantaranya sebagai berikut:

1. Menggunakan sumber internet dari perusahaan *ISP* agar lebih stabil karena pada penelitian ini sumber internet berasal dari *Smartphone* (Operator seluler) sehingga kecepatan internet yang digunakan tidak stabil.

2. Menambah parameter pengujian yang digunakan, agar hasil pengujian lebih akurat serta mendapatkan berbagai kesimpulan.
3. Melakukan simulasi dengan prangkat jaringan yang sesuai dengan kebutuhan topologi agar simulasi akurat sesuai kebutuhan.
4. Menggunakan *Mikrotik Os* yang dipadukan dengan *GNS3* untuk implementasi simulasi permasalahan jaringan yang lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Elhanafi, A. M., Lubis, I., Irawan, D., & Muhazir, A. (2019). Simulasi Implementasi Load Balancing PCC Menggunakan Simulator GNS3. *JutiKomp*, 12-18.
- Firdaus, M. I. (2017). Analisis Perbandingan Kinerja Load Balancing Metode ECMP (Equal Cost Multi-Path) dengan Metode PCC (Per Connection Classifier) pada Mikrotik RouterOs. *Technologia*, 165-170.
- Hikmata, G. P., Najib, W., & Sumaryono, S. (2016). Analisis Perbandingan Metode Load Balancing ECMP, Nth, dan PCC Menggunakan MikroTik Cloud Hosted Router pada GNS3. *Skripsi*.
- Nurchahyo, A. C., Ema, U., & Suwanto, R. (2019). ANALISIS PERBANDINGAN SIMULASI LOAD BALANCE MENGGUNAKAN METODE ECMP DAN PCC PADA PENERAPAN KONGESTI MANAJEMEN BANDWIDHT HTB (Studi Kasus: Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta). *Jurnal Informasi Interaktif*, 84-93.
- Oppenheimer, P. (2011). *Top-Down Network Design* (3 ed.). Indianapolis, United States of America: Cisco Press.
- Saharuna, Z., Nur, R., & Sandi, A. (2020). Analisis Quality of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode PCC dan Nth. *Journal Of Computer Engineering System and Science*, 131-136.
- Sekundar, T. (2017). Keseimbangan Bandwidth dengan Menggunakan Dua ISP Melalui Metode NTH Load Balancing Berbasis Mikrotik. *Jurnal Teknik Komputer Amik BSI*.
- Zurkarnaen, M. F., & Isnaini, M. (2018). Implementasi Load Balancing dengan Metode Equal Cost Multi-Path. *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, 13-17.