

# KOMPARASI LOAD BALANCING METODE PCC DAN NTH PADA MIKROTIK IMPLENTASI DI AL IRSYAD TENGARAN 7 BATU

Ahmad Zaqi\*<sup>1)</sup>, ABD.Hadi<sup>2)</sup>

1. Institut Teknologi dan Bisnis Asia, Malang, Indonesia
2. Institut Teknologi dan Bisnis Asia, Malang, Indonesia

## Article Info

**Kata Kunci:** Load Balancing; NTH; PCC; Bandwidth; Download; Upload; Browsing

**Keywords:** Load Balancing; NTH; PCC; Bandwidth; Download; Upload; Browsing

## Article history:

Received 14 October 2022

Revised 28 October 2022

Accepted 4 November 2022

Available online 1 March 2023

## DOI :

<https://doi.org/10.29100/jipi.v8i1.3261>

\* Corresponding author.

Corresponding Author

E-mail address:

[zaqiyfs@gmail.com](mailto:zaqiyfs@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang dilakukan di Pesantren Al Irsyad Tenganan 7 Batu yang bertujuan untuk : menjamin layanan akses internet yang tinggi kepada Client, dan pembangunan infrastruktur sistem jaringan. Salah satu parameter penting untuk membangun infrastruktur internet yang baik adalah ketersediaan bandwidth yang besar. Ketersediaan kapasitas bandwidth tidak hanya mengandalkan satu jalur backbone. Untuk itu diperlukan minimal dua jalur agar kapasitas bandwidth dapat lebih maksimal yang dapat meringankan beban trafik dan mempercepat waktu respon. Salah satu solusinya yaitu dengan menggunakan sistem Load Balancing. Penelitian pengembangan ini menggunakan MikroTik, MikroTik itu sendiri dapat dijumpai berbagai metode load balancing yang bisa kita pilih, diantaranya adalah metode NTH dan metode PCC (Per Connection Classifier). Kedua metode diatas mempunyai karakteristik yang sama, dimana keduanya mendukung penyebaran traffic data pada setiap koneksi maupun setiap paket data. Diantara kedua metode load balancing tersebut pasti mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode mana yang mempunyai kinerja lebih baik. Ada Empat parameter pengujian yang dilakukan pada pengujian setiap metode di antaranya adalah throughput, delay, jitter dan packet loss. Adapun objek yang ada pada load balancing ini adalah Download, Upload, dan Browsing site, Pada pengujian parameter Delay Download dan Upload Metode NTH dan PCC. Pada pengujian parameter Throughput Download metode NTH dan PCC. pada ukuran data 18 MB Metode NTH lebih besar 4,6% , pada ukuran data 12 MB Metode NTH lebih besar 25.9%, pada ukuran data 6 MB metode PCC lebih besar 21,1%.

## ABSTRACT

This research is a development research conducted at Pesantren Al Irsyad Tenganan 7 Batu which aims to: guarantee high internet access services to clients, and develop network system infrastructure. One of the important parameters to build a good internet infrastructure is the availability of large bandwidth. The availability of bandwidth capacity does not only rely on one backbone line. For this reason, a minimum of two lanes is required so that bandwidth capacity can be maximized which can lighten the traffic load and speed up response time. One solution is to use a Load Balancing system. This development research uses MikroTik, MikroTik itself can be found various load balancing methods that we can choose, including the NTH method and the PCC method (Per Connection Classifier). The two methods above have the same characteristics, both of which support the distribution of data traffic on each connection and each data packet. Between the two load balancing methods, each has its own advantages and disadvantages. This study aims to determine which method has better performance. There are four test parameters that are carried out in the testing of each method including throughput, delay, jitter and packet loss. The objects in this load balancing are Download, Upload, and Browsing site, In testing the parameters of Delay Download and Upload NTH and PCC methods. In testing the Throughput Download parameter, the NTH and PCC methods. at 18 MB data size the NTH method is 4.6% larger, at 12 MB the NTH method is 25.9% larger, at 6 MB the PCC method is 21.1% larger.

## I. PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan teknologi informasi dan komunikasi sangat berpengaruh pada tingkat kebutuhan layanan akses internet yang semakin meningkat. Namun, terdapat banyak kendala yang harus dihadapi untuk menjaga kinerja dari sistem jaringan komputer agar tetap baik dan optimal. Salah satu kendala yang sering dihadapi adalah banyaknya *request* dari para pengguna jaringan yang dapat menyebabkan *overload* di salah satu jalur koneksi karena beban trafik yang ditangani setiap jalur koneksi tidak berimbang. Untuk mengatasi kendala tersebut yaitu dengan menerapkan teknik *load balancing* yang berfungsi untuk membagi dan menyeimbangkan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi yang ada.

Untuk menjamin layanan akses internet yang tinggi kepada *Client*, pembangunan infrastruktur sistem jaringan harus dilakukan oleh *Internet Service Provider (ISP)*. Salah satu parameter penting untuk membangun infrastruktur internet yang baik adalah ketersediaan *bandwidth* yang besar. Ketersediaan kapasitas *bandwidth* tidak hanya mengandalkan satu jalur *backbone*. Untuk itu diperlukan minimal dua jalur agar kapasitas *bandwidth* dapat lebih maksimal yang dapat meringankan beban trafik dan mempercepat waktu respon. Salah satu solusinya yaitu dengan menggunakan sistem *Load Balancing*.

Pada Penelitian dengan judul “*Aplikasi Load Balancing Pc Mikrotik Untuk Menggabungkan Dua Kecepatan Akses Internet Dari Dua Isp*” [1] digunakan PC sebagai *router* yang di *install* Mikrotik *Operating System (OS)* untuk menggabungkan dua koneksi internet. Sistem ini dibuat untuk menyelesaikan masalah kecepatan akses internet menggunakan dua koneksi GSM. Penelitian ini memanfaatkan banyak fitur dari *Operating System* mikrotik termasuk fitur *load balancing*. Metode *load balancing* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *static route* dengan *address list*, yaitu dengan memisahkan jalur trafik yang digunakan berdasarkan pengelompokan *source IP Address* dari *client*. Penelitian selanjutnya berjudul “*Koneksi Internet Ganda Dengan Load Balancing Menggunakan Unix Mikrotik Pada Pt. Marina Buana Asia*” [2] digunakan perangkat mikrotik RB751U-2HnD sebagai *router*. Metode *load balancing* yang digunakan adalah *PCC* dengan menerapkan sistem *simple queue*, yaitu dengan memisahkan *queue* untuk trafik internasional dan trafik lokal yang terhubung ke internet. Alur kerjanya adalah dengan membuat *routing-mark* dari *dst-address-list=good*, yaitu paket-paket yang berasal dari *client* menuju ke *IP Address* yang terdaftar dalam *address-list=good*. Jika terdapat paket yang tidak terproses oleh *routing-mark=ix* maka akan secara otomatis melewati *primary gateway* atau yang disebut koneksi internasional, karena untuk paket *IIX* diproses langsung oleh *mangle* dan *rules routing-mark*. Penelitian berikutnya berjudul “*Implementasi Load Balancing Pada Multihoaming Isp Menggunakan Metode Nth*” [3] menggunakan *routerboard* mikrotik yang dirancang untuk menyeimbangkan beban dalam menggunakan dua jalur *ISP*. Metode *load balancing* yang digunakan adalah *Nth*, sehingga seluruh *request* dari *client* yang menuju internet akan masuk ke *router* yang sudah terkonfigurasi metode *Nth* akan terjadi pengaturan jalur keluaran *request* dari pengguna melalui Jalur *ISP 1* atau jalur *ISP 2* untuk menuju ke internet. Hasil dari penelitian ini dengan menggunakan metode *Nth* menunjukkan terjadinya pemerataan penyebaran trafik yang keluar menuju ke jalur *ISP 1* maupun ke jalur *ISP 2* secara seimbang, sehingga akan mempengaruhi total *bandwidth* yang diterima oleh masing-masing *client*.

Implementasi kedua metode ini diterapkan pada perangkat *router* mikrotik yang sudah terhubung pada jaringan di *ISP*. Dalam penelitian ini dilakukan analisis perbandingan untuk mencari tahu metode yang tepat untuk digunakan. Salah satu caranya dengan membandingkan hasil *Quality of Service (QoS)* dari kedua metode tersebut. Dengan adanya permasalahan-permasalahan tersebut diatas, maka penulis membuat judul “*Komparasi Load Balancing Metode Pcc Dan Nth Pada Mikrotik Implementasi Di Al Irsyad Tenganan 7 Batu*”, Kedua metode diatas mempunyai karakteristik yang sama, dimana keduanya mendukung penyebaran *traffic data* pada setiap koneksi maupun setiap paket data. Diantara kedua metode *load balancing* tersebut pasti mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode mana yang mempunyai kinerja lebih baik. Adapun kelebihan penelitian ini menggunakan 2 metode yang berbeda yakni metode *load balancing NTH*, kelebihannya yakni Beban bisa merata karena *packet* di bebaskan secara seimbang sesuai antrian, sedangkan metode *load balancing PCC* kelebihannya yakni dapat menghubungkan *client* ke server terjalin utuh karena selalu pada jalur yang sama dan metode *load balancing PCC* lebih mudah karena *ip sumber* dan *route* selalu sama.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Perancangan Topologi Jaringan

Pada tahap perancangan topologi jaringan dengan membuat *design* topologi jaringan menggunakan *software microsoft visio*. Desain topologi yang direncanakan adalah menggunakan 2 jalur koneksi internet yaitu dari *ISP Citra Net* dan *Indihome*, 1 buah *router* mikrotik RB8941, dan beberapa komputer *client* serta perangkat *switch hub* yang terhubung ke *client* [4].

### B. Implementasi Jaringan

Pada bagian ini dilakukan pengimplementasi secara riil dari hasil desain topologi jaringan yang sudah disusun.

### C. Perancangan Skenario Load Balancing Metode PCC dan NTH

Pada tahap ini dilakukan perancangan pada perangkat *router* mikrotik terkait sekenario *load balancing* yang akan dipergunakan yaitu sekenario pertama menggunakan metode PCC dan sekenario kedua menggunakan metode Nth

### D. Konfigurasi masing-masing Metode Load Balancing

Pada tahap ini dilakukan konfigurasi *load balancing* pada mikrotik RB8941, dimana pada sekenario pertama dilakukan konfigurasi *load balancing* dengan metode PCC kemudian dilakukan uji coba dan pengambilan data. Skenario kedua adalah dilakukan konfigurasi *load balancing* dengan metode Nth dan kemudian dilakukan uji coba serta pengambilan data juga.

### E. Pengumpulan data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengambil parameter-parameter pada *Quality of Service* yaitu berupa *throughput*, *jitter*, *delay* dan *packet loss*, menggunakan Wireshark.

### F. Analisa Hasil dan Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan sebuah analisis berdasarkan hasil simulasi dari kedua metode *load balancing* yang sudah berjalan. Hasil yang diperoleh juga berupa pengukuran parameter-parameter QoS berupa *throughput*, *jitter*, *delay* dan *packet loss* serta pengujian metode *Per Connection Classifier*(PCC) dan Nth pada jaringan [5].

#### 1) Teknik Analisis Data

NTH sendiri adalah sebuah fitur pada firewall yang digunakan sebagai penghitung (counter) dari paket data atau koneksi (packet new). Ada dua parameter utama dari NTH ini, yaitu "Every" dan "Packet". Sedangkan PCC merupakan metode yang menspesifikasikan suatu paket menuju gateway koneksi tertentu. PCC mengelompokkan trafik koneksi yang akan melalui atau keluar masuk router menjadi beberapa kelompok. Teknik analisis data dilakukan menggunakan parameter-parameter yang mempengaruhi QoS sebagai berikut [6][7],

##### a) Standar Packet Loss beserta rumus menentukan Packet Loss

*Packet loss* yaitu paket gagal dikirim selama terjadinya pengiriman dan penerimaan paket pada jaringan [8]. Dalam penerapannya pada kehidupan sehari-hari, *packet loss* akan mempengaruhi kualitas layanan yang menggunakan protokol UDP (User Datagram Protocol) dan ICMP (Internet Control Message Protocol), seperti contohnya adalah Tabel I pada aplikasi VoIP (Voice over Internet Protocol) dan game online [9].

TABEL I  
PENGUKURAN PARAMETER PACKET LOSS

Packet loss	Kategori degradasi
0%	Sangat bagus
3%	Bagus
15%	Sedang
25%	Jelek

$$Packet\ loss = \frac{data\ yang\ di\ kirim - data\ yang\ diterima}{data\ yang\ dikirim} \times 100$$

##### b) Standar Delay beserta rumus menentukan Delay

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama [10].

TABEL II  
PENGUKURAN PARAMETER DELAY

Range in millisecond	Description
0-150 msec	Acceptable for most user application
150-400 msec	Acceptable provided that administrator are aware of the transmission time and its impact on transmission quality of user application
>400 msec	Unacceptable for general network planning purpose

$$Delay = \frac{total\ delay}{data\ yang\ dikirim} \times 100$$

c) Standar Throughput beserta rumus menentukan Throughput

Throughput adalah kecepatan transfer data efektif yang diukur dalam *Byte/second* (Bps) [11]. Atau dapat juga didefinisikan sebagai jumlah total kedatangan paket yang diamati pada tujuan paket selama waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut. Semakin besar throughput, maka semakin baik kinerja suatu jaringan computer [12].

TABEL III  
 PENGUKURAN PARAMETER THROUGHPUT

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

$$throughput = \frac{jumlah\ data\ yang\ dikirim}{waktu\ pengiriman\ data} \times 100$$

d) Standar Jitter beserta rumus menentukan Jitter

Jitter dapat didefinisikan sebagai variasi dari delay atau variasi waktu kedatangan paket [13]. Banyak hal yang dapat menyebabkan jitter, diantaranya adalah peningkatan traffic secara tiba-tiba sehingga menyebabkan penyempitan *bandwidth* dan menimbulkan antrian. Selain itu kecepatan terima dan kirim paket dari setiap node juga dapat menyebabkan *jitter* [14].

TABEL IV  
 PENGUKURAN PARAMETER JITTER

Peak jitter	Kategori degradasi
0 ms	Sangat bagus
75 ms	Bagus
125 ms	Sedang
225 ms	Jelek

$$Packet\ loss = \frac{Total\ variasi\ delay}{delay\ data\ yang\ dikirim}$$

### III. PEMBAHASAN

#### A. Pengukuran Download Throughput

Berikut ini adalah tabel perbandingan dari hasil pengujian download parameter *Throughput* pada kedua metode tersebut dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

TABEL V  
 PENGUJIAN DOWNLOAD PARAMETER THROUGHPUT(BPS)

UKURAN DATA	PCC		NTH	
	JALUR I	JALUR H	JALUR I	JALUR H
6 MB	5284 bps	421.000 bps	156.000 bps	196.000 bps
12 MB	383.000 bps	5306 bps	306.000 bps	183.000 bps
18 MB	9995 bps	645.000 bps	371.000 bps	314.000 bps

Berdasarkan tabel 5 dapat di ambil kesimpulan bahwa pada pengujian download parameter *Throughput* menyatakan pada metode PCC pembebanan pada suatu jalur sangat besar, berbeda dengan Nth pembebanan pada suatu jalur tidak mendominasi. Jika Setiap Jalur I dan H di setiap metode ditambahkan pada pengujian metode PCC ukuran data 18 MB maka jumlah yang di dapat adalah 654.995 bps sedangkan untuk metode Nth 685.000 bps. Bila diterapkan dalam sebuah rumus untuk mencari persen  $(685.000-654.995)/654.995 = 4,6\%$  lebih besar metode Nth. Pada ukuran data 12 MB  $(489.000-388.306)/388.306 = 25,8\%$  lebih besar metode Nth. Pada pengujian 6 MB  $(426.284-352.000)/352.000 = 21,1\%$  lebih besar PCC

### B. Pengukuran Aploud Delay.

Berikut ini adalah tabel perbandingan dari hasil pengujian Aploud parameter Delay pada kedua metode tersebut dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

TABEL VI  
 PENGUJIAN UPLOAD PARAMETER DELAY(MS).

Waktu/Durasi	PCC		NTH	
	Jalur I	Jalur H	Jalur I	Jalur H
1 menit	13,6 ms	35,1 ms	8,46 ms	7,11 ms
2 menit	43,8 ms	43,1 ms	12,4 ms	10,6 ms
3 menit	9,07 ms	117 ms	33,1 ms	25,1 ms

Berdasarkan tabel 6 dapat di ambil kesimpulan bahwa pada pengujian Download parameter Delay menyatakan pada pengujian upload Nth jauh lebih unggul dari pada PCC. Delay yang mengadopsi metode PCC jauh lebih besar di bandingkan Nth. Jika Setiap Jalur I dan H di setiap meode ditambahkan pada pengujian metode PCC ukuran data 18 MB maka jumlah yang di dapat adalah 841 ms sedangkan untuk metode Nth 24,3 ms. Bila terapkan dalam sebuah rumus untuk mencari persen  $(841 - 24,3)/24,3 = 2,9\%$  lebih besar metode PCC. Dengan ukuran data 12 MB  $(432 - 16,3)/16,3 = 3,8\%$  lebih besar metode PCC. Dengan ukuran data 6 MB  $(255,5 - 17,47)/17,47 = 7,5\%$  lebih besar metode PCC.

### C. Pengukuran Browsing Jitter

Berikut ini adalah tabel perbandingan dari hasil pengujian Browsing parameter Jitter pada kedua metode tersebut dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

TABEL VII  
 PENGUJIAN BROWSING PARAMETER JITTER(MS)

Waktu/Durasi	PCC		NTH	
	Jalur I	Jalur H	Jalur I	Jalur H
1 menit	13,6 ms	35,1 ms	8,46 ms	7,11 ms
2 menit	43,8 ms	43,1 ms	12,4 ms	10,6 ms
3 menit	9,07 ms	117 ms	33,1 ms	25,1 ms

Berdasarkan tabel 4.3 dapat di ambil kesimpulan bahwa pada pengujian browsing parameter Delay menyatakan pada pengujian ini dalam kedua jalur semakin lama delay yang didapatkan semakin besar pada Nth sedangkan pada pcc yang lebih acak waktu delay nya. Jika Setiap Jalur I dan H di setiap meode ditambahkan pada pengujian metode PCC Durasi 3 menit maka jumlah yang di dapat adalah 126,7 ms sedangkan untuk metode Nth 58,2 ms. Bila terapkan dalam sebuah rumus untuk mencari persen  $(126,7 - 58,2)/58,2 = 85,2\%$  lebih besar metode PCC. Dengan durasi 2 menit  $(92 - 23)/23 = 33,3\%$  lebih besar metode PCC. Dengan Durasi 1 menit  $(49 - 16)/16 = 48,4\%$  lebih besar metode PCC.

### D. Packet Loss

Berikut ini adalah tabel perbandingan dari hasil pengujian parameter Packet Loss pada kedua metode tersebut dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

TABEL VIII  
 PENGUJIAN PARAMETER PACKET LOSS(%)

UkuranData & Waktu	PCC				NTH			
	Browsing	Upload	Download	Game	Browsing	Upload	Download	Game
1,2 MENIT & 6MB	1 %	1,3 %	1,3 %	11,3	6,3 %	0,6 %	3,3 %	14,4 %
2,4 MENIT & 12MB	1,7 %	8,5%	1 %	9,2	5,3 %	1,9 %	1,1 %	26,1%
3,6 ENIT & 18 MB	0,4%	0,2 %	0,4 %	10	8,2 %	0,6 %	0,7 %	19%

Hasil yang di dapat di dalam tabel 8 adalah packet loss secara keseluruhan yang mana menambahkan jalur I dan jalur H maka dapat packet loss seperti di atas. Packet loss Pada browsing metode PCC pada durasi 1 menit adalah 1 % sedangkan pada Nth adalah 6,3% jika dibandingkan  $6,3 - 1 = 5,3\%$  lebih besar Nth dibandingkan PCC. Pada durasi 2 menit pada Nth  $5,3 - 1,7\% = 3,6\%$  lebih besar metode Nth. Pada durasi 3 menit pada metode Nth  $8,2 - 0,4 = 7,8\%$  lebih besar metode Nth pada pengujian Browsing. Lalu pada pengujian Upload untuk ukuran data 6 MB pada metode PCC 1,3 dan pada Nth 0,6. Yang mana packet loss dari kedua metode pada pengujian upload PCC lebih besar. Pada ukuran data 12 MB metode PCC 8,5 – Nth 1,9 = 6,6 % selisih yang ada pada pengujian 12 MB yang mana packet loss yang lebih adalah PCC. Untuk pengujian Upload ukuran data 16 MB Nth 0,6 - PCC 0,4 = 0,2 % lebih besar Nth. Dan Pada Pengujian Game Online dengan durasi 2 menit metode Nth  $14,4 - PCC 11,3 = 3,1\%$  lebih besar Nth. Pada durasi 4 menit Nth  $26,6 - PCC 9,2 = 17,4\%$  lebih besar metode Nth. Pada durasi 6 menit Nth  $19 - PCC 10 = 9\%$  lebih besar metode Nth. Pada pengujian Download untuk ukuran data 6 MB metode Nth  $3,3 - PCC 1,3 = 2\%$  lebih besar Nth dibandingkan PCC. Pada ukuran data 12 MB metode Nth  $1,1 - PCC 1 = 0,1\%$  . pada ukuran data 18 MB metode Nth  $0,7 - PCC 0,4 = 0,3\%$  lebih besar Metode Nth di bandingkan PCC.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil penelitian dan pembahasan maka peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam pembebanan dalam setiap metode sangat berbeda dari hasil analisis penelitian, Pembebanan metode NTH lebih baik dibandingkan metode PCC yang mana pembagian paket dengan metode NTH lebih seimbang terbagi di kedua jalur sedangkan metode PCC lebih membebani salah satu jalur. Pada pengujian parameter *Delay Upload* dengan ukuran yang sama metode PCC lebih besar 2,9% lebih besar dibandingkan NTH.
2. Pada pengujian parameter *Packet Loss* metode NTH dan PCC. Packet loss metode NTH lebih besar di bandingkan dengan PCC di setiap pengujian. Browsing pada durasi 1 menit packet loss pada kedua jika dibandingkan 5,3% selisih yang didapat dan lebih besar metode NTH.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Warman, I., & Andrian, A. (2017). Analisis Kinerja Load Balancing Dua Line Koneksi Dengan N Metode Nth (Studi Kasus : Laboratorium Teknik Informatika Institut Teknologi Padang). *Jurnal Teknoif*. <https://doi.org/10.21063/JTIF.2017.V5.1.56-62>
- [2] 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: Jurnal Ilmiah*. <https://doi.org/10.31602/tji.v8i3.1139>
- [3] Malik, A., Aksara, L. F., & Yamin, M. (2017). Perbandingan Metode Simple Queues Dan Queues Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik (Studi Kasus: Pengadilan Tinggi Agama Kendari). *SemanTIK*.
- [4] Lubis, R. S. 2013. "Analisis *Quality of Service (QoS)* jaringan internet di SMK Telkom Medan, (Skripsi)", Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- [5] R TIPHON, 1999, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General aspects of Quality of Service (QoS)", DTR/TIPHON-05006 (cb0010cs.PDF).
- [6] Disastra, I., (2010), *Perbandingan Kinerja dan Keamanan PC Router Zebra dan Mikrotik RouterOS*, Skripsi, FTI, UII, Yogyakarta.
- [7] Linto Herlambang, Moch.; Catur L, Azis, (2008), *Panduan Lengkap Menguasai Router Masa Depan Menggunakan MikroTik RouterOS*, Yogyakarta: Andi Offset.
- [8] Rizaldi, H.; dkk., (2010), *Qos (Quality of Service)*, Makalah, FST, UINSK, Yogyakarta.
- [9] MikroTik, (2008), *Manual: PCC*, Tersedia di <http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:PCC>.
- [10] Wulandari, S.; Affandi, A., (2011), Pengukuran Kinerja Layanan Jaringan Komputer Untuk Manajemen Ketersediaan, *SESINDO*, (p.2), Surabaya.
- [12] Sahari, "Aplikasi Load Balancing PC Mikrotik untuk Menggabungkan Dua Kecepatan Akses Internet dari Dua ISP," *Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2015.
- [13] A. D. Hendarto, H. Febryan dan D. G. Romadhan, *Koneksi Internet Ganda Dengan Load Balancing Menggunakan Unix Mikrotik Pada PT. Marina Buana Asia*, Jakarta: Universitas Bina Nusantara, 2009.
- [14] M. A. Setiawan, *Implementasi Load Balancing Pada Multi Hoaming ISP Menggunakan Metode NTH*, Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, 2013.