

Analisis Perbandingan Metode *Load Balancing Peer Connection Classifier (PCC)* dengan *Nth* untuk *Quality of Service (QoS)*

Alfin Nurhalim Bukhori Zainul Mudin¹, Aulia Yasmin Maharani², Moh Sofjan³, Rudi Setiyanto⁴

^{1,2,3,4} Institut Teknologi dan Bisnis Bina Sarana Global

Email: ¹1118100152@global.ac.id, ²1123150146@global.ac.id, ³msofjan70@gmail.com, ⁴disinirood@gmail.com

Abstrak — Internet kini menjadi kebutuhan penting global, memicu lonjakan permintaan informasi yang memadati jaringan. Di jaringan dengan bandwidth terbatas, kepadatan trafik bisa mengganggu koneksi, bahkan memutuskannya. Solusi efektifnya adalah menggunakan load balancing untuk membagi beban trafik secara merata di beberapa jalur atau link. Dengan menerapkan load balancing, koneksi internet bisa lebih stabil dan efisien, memaksimalkan throughput dan mengurangi waktu respons, serta mencegah overloading pada satu jalur koneksi. Ini dapat dicapai dengan menggunakan lebih dari satu koneksi internet dari penyedia yang berbeda, diatur secara seimbang menggunakan metode load balancing seperti PCC (Peer Connection Classifier) atau metode Nth. Penelitian ini menggunakan metode Observasi, Interview and Research, serta Network Development Life Cycle (NDLC) dari tahap analisis, desain, simulasi prototyping, implementasi, pemantauan, dan manajemen. Hasilnya mencakup evaluasi kualitas jaringan berdasarkan parameter Quality of Service seperti throughput, packet loss, delay, dan jitter.

Kata kunci — Mikrotik, Nth, PCC, Load Balancing, Quality of Service.

Abstract — Internet has become an essential global necessity, leading to a surge in demand for information that congests networks. In networks with limited bandwidth, traffic density can disrupt connections and even cause interruptions. An effective solution is to implement load balancing to evenly distribute traffic across multiple paths or links. By applying load balancing, internet connections can become more stable and efficient, maximizing throughput, reducing response times, and preventing overloading on any single connection path. This can be achieved by utilizing multiple internet connections from different providers, balanced using methods such as PCC (Peer Connection Classifier) or Nth method. This study employs Observation, Interview and Research methods, along with the Network Development Life Cycle (NDLC) from analysis, design, simulation prototyping, implementation, monitoring, to management stages. The outcomes include evaluating network quality based on Quality of Service parameters such as throughput, packet loss, delay, and jitter.

Keywords — MikroTik, Nth, PCC, Load Balancing, Quality of Service.

I. PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan teknologi informasi dan komunikasi sangat berpengaruh pada tingkat kebutuhan layanan akses internet yang semakin meningkat. Namun, terdapat beberapa kendala yang harus ditangani untuk menjaga kinerja jaringan komputer agar tetap baik dan optimal. Salah satu kendala yang sering dihadapi adalah banyaknya request dari pengguna jaringan yang dapat menyebabkan overload di salah satu jalur koneksi karena beban trafik yang ditangani setiap jalur koneksi tidak merata dan berimbang[1].

Jaringan komputer telah menjadi bagian dari otomatisasi perpustakaan karena perkembangan yang terjadi di dalam teknologi informasi serta adanya kebutuhan akan pemanfaatan sumber daya bersama melalui teknologi. Komponen perangkat keras jaringan antara lain komputer sebagai 80 server dan client, Network Interface Card (LAN Card terminal kabel Hub), jaringan telepon atau radio, modem[2].

Bahwasanya ISP berasal dari kata internet yang berarti hubungan komputer dengan berbagai tipe yang membentuk jaringan yang mencakup seluruh dunia, service yang berarti pelayanan dan provider yang berarti penyedia jasa internet yakni suatu lembaga atau pengusaha yang menghubungkan komputer pengguna dengan internet[3].

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[4].

Load balancing dapat diartikan sebagai suatu metode untuk menyebarkan beban kerja lalu lintas data secara seimbang melalui beberapa perantara untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang ada sehingga didapatkan kinerja yang lebih baik[5].

Dikutip dari mikrotik.co.id, load balance banyak digunakan untuk mendistribusikan beban trafik koneksi pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang dengan harapan trafik berjalan optimal, sehingga dapat memaksimalkan throughput bandwidth yang didapat dari ISP. Selain itu load balance dapat digunakan untuk memperkecil delay dan menghindari overload pada salah satu jalur koneksi[6].

Proses load balancing sebenarnya merupakan proses fleksibel yang dapat diciptakan dengan berbagai cara dan metode. Proses ini tidak dapat dilakukan oleh sebuah perangkat tertentu atau sebuah software khusus saja. Cukup banyak cara dan pilihan untuk mendapatkan jaringan yang

dilengkapi dengan sistem load balancing. Cara kerja dan prosesnya pun berbeda-beda satu dengan yang lainnya. Namun, cara yang paling umum dan banyak digunakan adalah dengan mengandalkan konsep Virtual server atau Virtual IP[7].

Mikrotik dibuat oleh MikroTiks sebuah perusahaan di kota Riga, Latvia. Latvia adalah sebuah negara yang merupakan “pecahan” dari negara Uni Soviet dulunya atau Rusia sekarang ini. Dengan nama merek dagang Mikrotik mulai didirikan tahun 1995 yang pada awalnya ditujuka untuk perusahaan jasa layanan Internet (PJI) atau Internet Service Provider (ISP) yang melayani pelanggannya menggunakan teknologi nirkabel atau wireless[8].

Mikrotik adalah sistem operasi dan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menjadikan komputer menjadi router network yang handal, mencakup berbagai fitur yang dibuat untuk IP network dan jaringan wireless, cocok digunakan oleh ISP, provider hotspot dan warnet[9].

Mikrotik mempunyai beberapa fungsi untuk mengatasi permasalahan pada suatu jaringan komputer antara lain[10]:

1. Pengaturan koneksi internet dapat dilakukan secara terpusat dan memudahkan untuk pengelolaannya.
2. Konfigurasi LAN dapat dilakukan dengan hanya mengandalkan PC Mikrotik Router OS dengan hardware requirements yang sangat rendah.
3. Blocking situs-situs terlarang dengan menggunakan proxy di mikrotik.
4. Pembuatan PPPoE Server.
5. Billing Hotspot.
6. Memisahkan bandwidth traffic internasional dan local, dan lainnya.

Winbox adalah sebuah software atau utility yang digunakan untuk remote sebuah server mikrotik ke dalam mode GUI (Graphical User Interface) melalui operating system windows. Kebanyakan teknisi banyak mengkonfigurasi mikrotik os atau mikrotik routerboard menggunakan winbox dibanding dengan yang mengkonfigurasi langsung lewat mode CLI (Command Line Interface)[11].

Quality of Service (QoS) adalah performansi yang menentukan derajat kepuasan pengguna terhadap service yang diberikan oleh jaringan berdasarkan parameter-parameter. Pada penelitian digunakan parameter delay, packet loss, jitter, availability dan throughput dari sisi pengguna untuk menentukan QoS[12].

Firewall merupakan alat untuk mengimplementasikan kebijakan security (security policy). Sedangkan kebijakan security, dibuat berdasarkan pertimbangan antara fasilitas yang disediakan dengan implikasi security-nya. Semakin ketat kebijakan security, semakin kompleks konfigurasi layanan informasi atau semakin sedikit fasilitas yang tersedia di jaringan[13].

NAT (Network Address Translation) adalah pengalihan suatu alamat IP ke alamat yang lain. Dan apabila suatu paket dialihkan dengan Network Address Translation (NAT) pada suatu link, maka pada saat ada paket kembali dari tujuan maka link ini akan mengingat darimana asal dari paket itu, sehingga komunikasi akan berjalan seperti biasa. Penggunaan utama dari Network Address Translation (NAT) adalah untuk membatasi jumlah alamat IP publik suatu organisasi atau perusahaan menggunakan IP publik baik untuk tujuan ekonomi maupun tujuan keamanan[14].

Wireshark adalah salah satu analisis paket bebas serta sumber terbuka. Perangkat ini untuk digunakan sebagai pemecah suatu permasalahan jaringan, analisis, perangkat lunak dan serta mengembangkan protokol komunikasi, dan juga pendidikan, dari sekian banyak aplikasi Network Analyzer yang banyak digunakan oleh Network Administrator untuk menganalisa kinerja jaringannya dan mengontrol lalu lintas data di jaringan yang di kelola Wireshark. Wireshark mampu menangkap paket-paket data yang ada pada jaringan tersebut. Semua jenis paket informasi dalam berbagai format protokol pun akan dengan mudah ditangkap dan dianalisa.[15].

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Metode Observasi

Penulis mengamati serta mencermati secara langsung bagaimana kondisi jaringan lokal di CV. Sinyal Langit.

2. Metode Interview

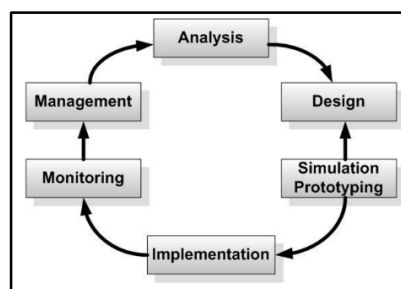
Di dalam metode interview tersebut dilakukan dengan cara sesi tanya jawab tentang bagaimana jaringan lokal di tempat usaha tersebut.

3. Studi Literatur

Studi literatur merupakan pengumpulan data dan pengumpulan teori dengan cara mempelajari beberapa bahan yang tertulis di dalam buku, atau dalam bentuk jurnal.

B. Metode Pengembangan

Metode pengembangan jaringan dilakukan dengan menggunakan metode NDLC (*Network Development Life Cycle*) yang merupakan kunci di balik proses perancangan jaringan komputer karena merupakan siklus dari proses membangun atau mengembangkan sistem jaringan komputer.



Gambar 1. Metode Pengembangan NDLC

Berikut adalah penjelasan dari metode NDLC (*Network Development Life Cycle*):

1. Analysis

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian mencakup alat, bahan, serta menentukan parameter pengujian yang akan digunakan dalam perancangan jaringan komputer.

2. Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan topologi jaringan yang akan digunakan untuk menempatkan perangkat-perangkat jaringan baik *Hardware* maupun *Software* yang dibutuhkan. Tahap ini diharapkan memberi gambaran detail mengenai jaringan yang akan dibangun berkaitan dengan kebutuhan penelitian.

3. Simulation Prototyping

Pada tahap ini akan ditentukan bagaimana penelitian ini akan berjalan menggunakan rancangan jaringan yang sudah dibuat sebelumnya. Tahap ini bertujuan untuk memberi panduan bagaimana penelitian ini akan berjalan dan mendapatkan hasil sesuai rencana.

4. Implementation

Pada tahap ini akan menerapkan semua yang telah didesain sebelumnya dalam membangun topologi jaringan dan mendapatkan hasil akhir yang akan dianalisis berikutnya.

5. Monitoring

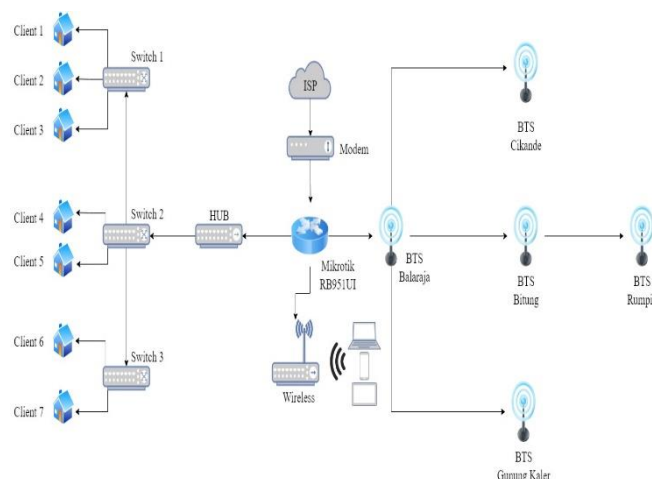
Pada tahap selanjutnya dilakukan monitoring terhadap jaringan yang sudah dibuat untuk melihat dan memastikan bahwa implementasi dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

6. Management

Pada tahap terakhir ini, perlu dibuatkan kebijakan manajemen untuk mengatur sistem yang sudah dikembangkan agar dapat berjalan dengan baik dan dapat berlangsung lama, serta perangkat jaringan dapat terjaga dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

C. Objek Penelitian

Penulis melakukan penelitian pada tempat usaha CV. Sinyal Langit.



Gambar 2. Topologi Jaringan yang Berjalan

D. Masalah yang Dihadapi

Berdasarkan pengamatan penulis terhadap jaringan yang sedang berjalan dan melakukan metode *interview* yang dilakukan, ada beberapa masalah yang dihadapi dan dibahas, diantaranya:

1. Hanya terdapat satu jalur koneksi pada jaringan CV. Sinyal Langit.

Koneksi jaringan akan terganggu ketika ISP *down* sehingga seluruh *client* tidak dapat mengakses internet.

E. Pemecahan Masalah

Dengan adanya beberapa kendala seperti masalah di atas, maka penulis berinisiatif membuat alternatif pemecahan masalah dari masalah yang ada yaitu dengan cara melakukan optimalisasi jaringan pada sisi server menggunakan alternatif yaitu:

1. Penambahan ISP, Mengingat bahwa hanya tersedia 1 ISP oleh karena itu memungkinkan jalur akan mengalami overload pada jam sibuk atau bisa saja *down* sehingga akan mengganggu kenyamanan user.

F. User Requirements (Elisitasi)

Tabel 1. Final Elisitasi

Fungsional

Analisis Kebutuhan

No. Keterangan:

1. Penambahan ISP untuk *load balancing*
2. Melakukan konfigurasi *load balance*
3. Melakukan konfigurasi *failover*
4. Melakukan konfigurasi *ongoing*
5. Membagi trafik 2 ISP
6. Menghitung hasil *Quality of Service* antara 2 ISP

Non-Functional

Analisis Kebutuhan

No. Saya Ingin Sistem Ini Dapat:

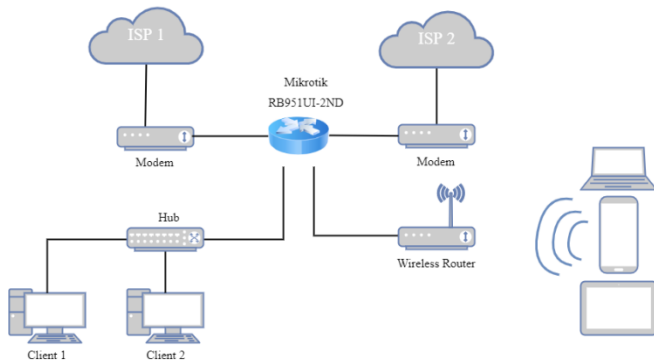
1 Hasil konfigurasi dapat di *backup/restore*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jaringan yang Diusulkan

Penulis ingin mengusulkan topologi jaringan yang diimplementasikan di CV. Sinyal Langit menggunakan 2 ISP, penulis melakukan percobaan dengan membandingkan 2 metode load balancing. Topologi jaringan yang berada di CV. Sinyal Langit menggunakan model topologi sebagai berikut.

B. Topologi Jaringan



Gambar 3. Topologi Jaringan yang Diusulkan

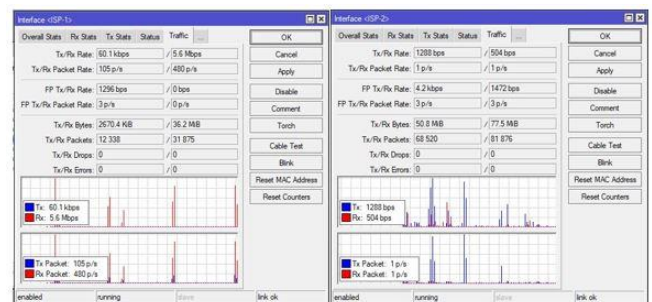
C. Pengujian Load Balancing

Firewall									
Filter Rules NAT Mangle Raw Service Ports Connections Address Lists Layer7 Protocols									
Tracking									
	Src. Address	/	Dst. Address	Proto...	Connect...	Timeout	TCP State	Orig./Repl. Rate	Orig./Repl. Bytes
SACs	192.168.11.254	49738	74.125.24.97.443	17	u...	Jalur-1	00:02:26	0 bps/0 bps	1347 B/4037 B
SACs	192.168.11.254	50187	74.125.68.93.443	17	u...	Jalur-2	00:02:24	0 bps/0 bps	2625 B/4474 B
SACs	192.168.11.254	50328	118.98.30.12.443	17	u...	Jalur-2	00:02:21	0 bps/0 bps	9.9 KB/7.3 KB
SACs	192.168.11.254	50620	74.125.200.119.443	17	u...	Jalur-2	00:02:52	0 bps/0 bps	1347 B/4037 B
SACs	192.168.11.254	51078	142.251.88.10.443	17	u...	Jalur-1	00:02:36	0 bps/0 bps	9.6 KB/542.3 KB
SACs	192.168.11.254	51961	74.125.24.157.443	17	u...	Jalur-1	00:02:27	0 bps/0 bps	4441 B/7.1 KB
SACs	192.168.11.254	52108	142.251.12.94.443	17	u...	Jalur-2	00:02:27	0 bps/0 bps	2625 B/4474 B
SC	192.168.11.254	52482	192.168.11.1.53	17	u...	Jalur-1	00:00:06	0 bps/0 bps	61 B/157 B
SACs	192.168.11.254	52548	34.101.5.67.443	17	u...	Jalur-2	00:00:49	0 bps/0 bps	3363 B/5.1 KB
SACs	192.168.11.254	52633	142.251.10.113.443	17	u...	Jalur-1	00:02:21	0 bps/0 bps	4166 B/6.5 KB
SC	192.168.11.254	52802	192.168.11.1.53	17	u...	Jalur-2	00:00:04	0 bps/0 bps	60 B/177 B
SACs	192.168.11.254	53615	20.198.162.78.443	6	tcp	Jalur-1	23:59:00 established	0 bps/0 bps	10.7 KB/15.6 KB
SACs	192.168.11.254	53634	144.2.15.25.443	6	tcp	Jalur-1	23:24:07 established	0 bps/0 bps	1926 B/6.5 KB
SACs	192.168.11.254	53641	157.240.208.60.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:55 established	0 bps/0 bps	53.3 KB/72.2 KB
SACs	192.168.11.254	53913	74.125.68.180.5228	6	tcp	Jalur-1	23:59:51 established	0 bps/0 bps	4729 B/7.8 KB
SACs	192.168.11.254	53947	74.125.130.94.443	6	tcp	Jalur-1	23:59:27 established	0 bps/0 bps	13.5 KB/0.2 KB
SACs	192.168.11.254	53948	34.101.5.67.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:24 established	0 bps/0 bps	5.6 KB/7.0 KB
SACs	192.168.11.254	53949	35.186.224.25.443	6	tcp	Jalur-2	00:00:02 time wait	0 bps/0 bps	1275 B/10.1 KB
SACs	192.168.11.254	53950	74.125.68.136.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:36 established	0 bps/0 bps	248.6 B/2150 B
SACs	192.168.11.254	53951	74.125.68.136.443	6	tcp	Jalur-2	00:04:52 established	0 bps/0 bps	59.1 KB/48.9 KB
SACs	192.168.11.254	53952	142.251.10.113.443	6	tcp	Jalur-1	23:59:31 established	0 bps/0 bps	8.2 KB/8.4 KB
SACs	192.168.11.254	53954	216.239.38.120.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:49 established	0 bps/0 bps	8.7 KB/94.4 KB
SACs	192.168.11.254	53955	74.125.24.97.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:26 established	0 bps/0 bps	3133 B/62.0 KB
SACs	192.168.11.254	53956	74.125.200.157.443	6	tcp	Jalur-1	23:59:29 established	0 bps/0 bps	6.3 KB/8.3 KB
SACs	192.168.11.254	53957	142.251.12.148.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:31 established	0 bps/0 bps	4532 B/7.2 KB
SACs	192.168.11.254	53958	142.250.4.157.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:30 established	0 bps/0 bps	5.1 KB/3945 B
SACs	192.168.11.254	53959	74.125.200.119.443	6	tcp	Jalur-1	23:59:52 established	0 bps/0 bps	5.4 KB/84.2 KB
SACs	192.168.11.254	53960	74.125.24.132.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:31 established	0 bps/0 bps	1430 B/8.5 KB
SACs	192.168.11.254	53961	74.125.24.132.443	6	tcp	Jalur-1	23:59:31 established	0 bps/0 bps	3025 B/9.0 KB
SACs	192.168.11.254	53962	74.125.200.94.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:32 established	0 bps/0 bps	4.9 KB/2060 B
SACs	192.168.11.254	53963	142.251.12.95.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:34 established	0 bps/0 bps	10.0 KB/34.5 KB
SACs	192.168.11.254	53964	142.251.88.10.443	6	tcp	Jalur-2	23:59:36 established	0 bps/0 bps	833 B/5.3 KB
SACs	192.168.11.254	53965	74.125.68.101.443	6	tcp	Jalur-2	00:04:59 established	18.0 kbps/0 bps	7.7 KB/25.0 KB
SACs	192.168.11.254	53966	74.125.68.139.443	6	tcp	Jalur-1	00:04:59 established	880 bps/0 bps	3731 B/8.2 KB
SACs	192.168.11.254	54000	34.101.5.67.443	17	u...	Jalur-1	00:00:49	0 bps/0 bps	4423 B/6.6 KB
SACs	192.168.11.254	54953	216.239.38.120.443	17	u...	Jalur-2	00:02:24	0 bps/0 bps	2409 B/3653 B

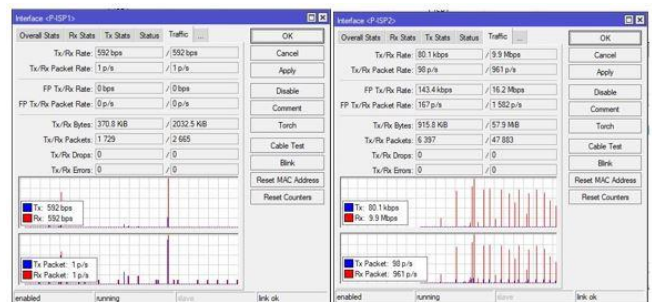
Gambar 4. Pengujian Browsing Nth

Firewall									
Filter Rules NAT Mangle Raw Service Ports Connections Address Lists Layer7 Protocols									
Tracking									
	Src. Address	/	Dst. Address	Proto...	Connect...	Timeout	TCP State	Orig./Repl. Rate	Orig./Repl. Bytes
SC	192.168.1.4		192.168.1.1	1	ic...	Koneksi1	00:00:06	0 bps/0 bps	56 B/56 B
SC	192.168.1.4	42827	8.8.8.8.53	17	u...	Koneksi1	00:00:09	0 bps/0 bps	81 B/97 B
SC	192.168.10.3		192.168.10.1	1	ic...	Koneksi2	00:00:01	0 bps/0 bps	56 B/56 B
SACs	192.168.11.254	49567	114.124.224.12.443	17	u...	Koneksi1	00:02:42	0 bps/0 bps	9.4 KB/14.4 KB
SACs	192.168.11.254	50055	20.198.162.78.443	6	tcp	Koneksi1	23:59:31 established	0 bps/0 bps	3501 B/5.9 KB
SACs	192.168.11.254	50060	51.104.167.186.443	6	tcp	Koneksi1	23:59:29 established	0 bps/0 bps	2052 B/3588 B
SACs	192.168.11.254	50061	74.125.68.94.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:33 established	0 bps/0 bps	1553 B/6.1 KB
SACs	192.168.11.254	50062	172.253.118.84.443	6	tcp	Koneksi1	23:59:33 established	0 bps/0 bps	3295 B/8.9 KB
SACs	192.168.11.254	50063	142.251.12.147.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:33 established	0 bps/0 bps	2862 B/50.0 KB
SACs	192.168.11.254	50064	74.125.24.95.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:35 established	0 bps/0 bps	2473 B/8.1 KB
SACs	192.168.11.254	50065	142.250.4.101.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:34 established	0 bps/0 bps	2338 B/9.1 KB
SACs	192.168.11.254	50066	142.251.12.93.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:36 established	0 bps/0 bps	3584 B/82.0 KB
SACs	192.168.11.254	50067	74.125.200.119.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:37 established	0 bps/0 bps	8.0 KB/421.1 KB
SACs	192.168.11.254	50068	142.251.10.101.443	6	tcp	Koneksi1	23:59:35 established	0 bps/0 bps	1836 B/8.5 KB
SACs	192.168.11.254	50069	142.251.12.94.443	6	tcp	Koneksi1	23:59:42 established	0 bps/0 bps	2468 B/37.7 KB
SACs	192.168.11.254	50070	142.251.12.155.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:36 established	0 bps/0 bps	883 B/5.8 KB
SACs	192.168.11.254	50071	142.251.12.94.443	6	tcp	Koneksi1	23:59:37 established	0 bps/0 bps	2313 B/6.1 KB
SACs	192.168.11.254	50072	74.125.24.132.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:42 established	0 bps/0 bps	3714 B/29.7 KB
SACs	192.168.11.254	50073	142.250.4.94.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:39 established	0 bps/0 bps	873 B/5.2 KB
SACs	192.168.11.254	50074	142.250.4.95.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:39 established	0 bps/0 bps	2656 B/37.4 KB
SACs	192.168.11.254	50075	142.250.4.95.443	6	tcp	Koneksi1	23:59:43 established	0 bps/0 bps	2032 B/6.5 KB
SACs	192.168.11.254	50076	74.125.24.188.5228	6	tcp	Koneksi1	23:59:48 established	0 bps/0 bps	1090 B/6.6 KB
SACs	192.168.11.254	50077	142.251.10.94.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:49 established	0 bps/0 bps	2850 B/7.1 KB
SACs	192.168.11.254	50078	142.251.10.95.443	6	tcp	Koneksi2	23:59:59 established	0 bps/0 bps	1741 B/6.6 KB
SACs	192.168.11.254	51005	142.251.10.138.443	17	u...	Koneksi1	00:02:37	0 bps/0 bps	3650 B/6.6 KB
SACs	192.168.11.254	51359	74.125.24.95.443	17	u...	Koneksi1	00:02:35	0 bps/0 bps	1657 B/8.5 KB
SACs	192.168.11.254	51593	74.125.200.119.443	17	u...	Koneksi2	00:02:42	0 bps/0 bps	8.0 KB/215.4 KB
SACs	192.168.11.254	52726	74.125.24.132.443	17	u...	Koneksi2	00:02:42	0 bps/0 bps	1602 B/6.4 KB
SC	192.168.11.254	55200	192.168.11.1.53	17	u...	Koneksi1	00:00:09	0 bps/0 bps	81 B/97 B
SACs	192.168.11.254	55687	74.125.12.167.443	17	u...	Koneksi1	00:02:41	0 bps/0 bps	5.4 KB/11.0 KB
SACs	192.168.11.254	57758	142.251.12.155.443	17	u...	Koneksi1	00:02:36	0 bps/0 bps	2830 B/7.1 KB
SACs	192.168.11.254	58139	142.251.12.93.443	17	u...	Koneksi2	00:02:55	0 bps/0 bps	151.1 KB/784.1 ...
SACs	192.168.11.254	58217	142.251.12.147.443	17	u...	Koneksi1	00:02:40	0 bps/0 bps	4.5 KB/21.8 KB
SACs	192.168.11.254	59124	142.251.12.149.443	17	u...	Koneksi1	00:02:39	0 bps/0 bps	2772 B/5.1 KB
C	192.168.11.254	60175	255.255.255.255.20...	17	u...	Koneksi2	00:00:09	1600 bps/0 bps	509.9 KB/0 B
SACs	192.168.11.254	62417	142.250.4.132.443	17	u...	Koneksi1	00:02:43	0 bps/0 bps	8.9 KB/39.5 KB

Gambar 5. Pengujian Browsing PCC



Gambar 6. Tampilan Traffic Nth



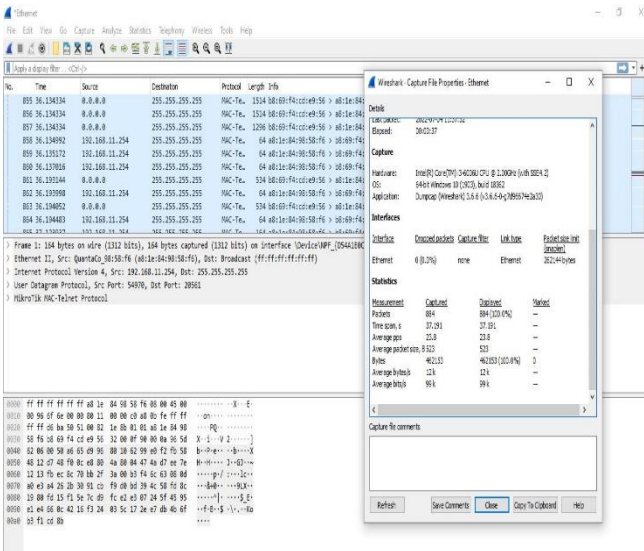
Gambar 7. Tampilan Traffic PCC

D. Hasil Pengujian dan Perbandingan

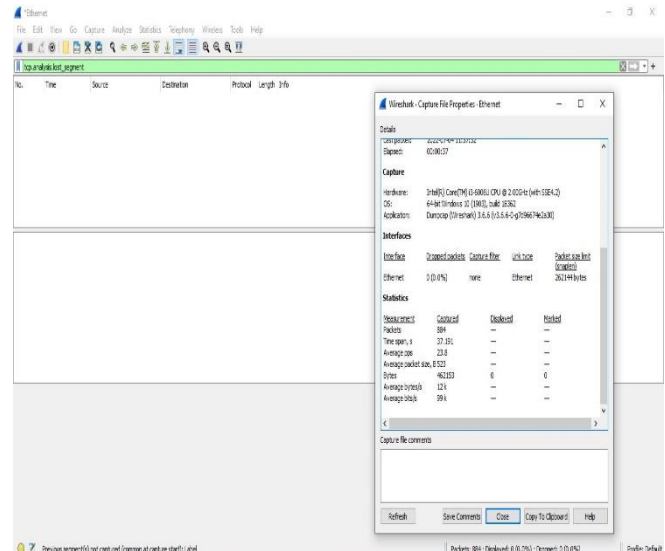
Berikut adalah perbandingan Quality of Service (QoS) antara metode load balancing Nth dengan metode load balancing PCC.

1. Perbandingan Troughput

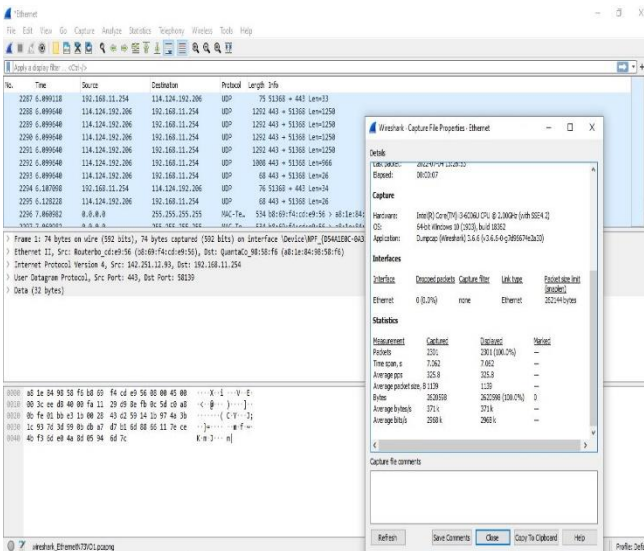
Berikut adalah hasil dari perbandingan throughput antara metode load balancing Nth dengan PCC.



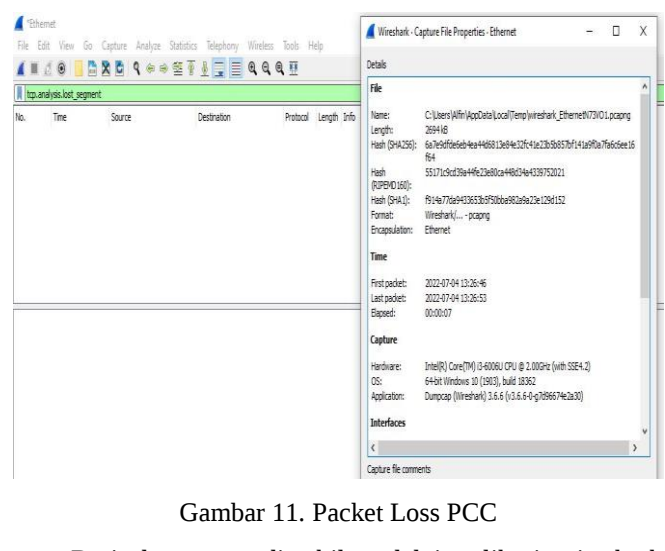
Gambar 8. Throughput Nth



Gambar 10. Packet Loss Nth



Gambar 9. Throughput PCC



Gambar 11. Packet Loss PCC

Dari data yang diambil melalui aplikasi wireshark menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan *Packet Loss*

Metode	Hasil Packet Loss	Kategori
Nth	0%	Sangat Bagus
PCC	0%	Sangat Bagus

Pada parameter *Packet Loss* nilai metode Nth 0% dengan kategori sangat bagus, dan metode PCC 0% dengan kategori sangat bagus.

3. Perbandingan *Delay*

Berikut adalah hasil dari perbandingan *delay* antara metode *load balancing* Nth dengan PCC.

Dari data yang diambil melalui aplikasi wireshark menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan *Throughput*

Metode	Hasil Throughput	Kategori
Nth	99 Bytes/sec	Bagus
PCC	2,968 Bytes/sec	Buruk

Pada parameter *Throughput* nilai rata-rata metode Nth 99 bytes/s dengan kategori bagus, sedangkan metode PCC dengan rata-rata throughput 2,968 bytes/s dengan kategori buruk.

2. Perbandingan *Packet Loss*

Berikut adalah hasil dari perbandingan *packet loss* antara metode *load balancing* Nth dengan PCC.

867	866	37,124895	37,1249	37,13727	0,012375
868	867	37,13727	37,13727	37,13727	0
869	868	37,13727	37,13727	37,13727	0
870	869	37,13727	37,13727	37,137937	0,000667
871	870	37,137937	37,13794	37,138115	0,000178
872	871	37,138115	37,13812	37,138161	4,6E-05
873	872	37,138161	37,13816	37,138161	0
874	873	37,138161	37,13816	37,138161	0
875	874	37,138161	37,13816	37,138479	0,000318
876	875	37,138479	37,13848	37,138613	0,000134
877	876	37,138613	37,13861	37,138734	0,000121
878	877	37,138734	37,13873	37,142082	0,003348
879	878	37,142082	37,14208	37,142784	0,000702
880	879	37,142784	37,14278	37,143063	0,000279
881	880	37,143063	37,14306	37,188911	0,045848
882	881	37,188911	37,18891	37,189737	0,000826
883	882	37,189737	37,18974	37,190206	0,000469
884	883	37,190206	37,19021	37,190525	0,000319
885	884	37,190525			
886				Total Delay	37,19053
887				Rata-rata	0,042071
888					

Gambar 12. Delay Nth

2283	6,098885	6,098885	6,098885	0
2284	6,098885	6,098885	6,098885	0
2285	6,098885	6,098885	6,098885	0
2286	6,098885	6,098885	6,099118	0,000233
2287	6,099118	6,099118	6,09964	0,000522
2288	6,09964	6,09964	6,09964	0
2289	6,09964	6,09964	6,09964	0
2290	6,09964	6,09964	6,09964	0
2291	6,09964	6,09964	6,09964	0
2292	6,09964	6,09964	6,09964	0
2293	6,09964	6,09964	6,107098	0,007458
2294	6,107098	6,107098	6,128228	0,02113
2295	6,128228	6,128228	7,060982	0,932754
2296	7,060982	7,060982	7,060982	0
2297	7,060982	7,060982	7,061327	0,000345
2298	7,061327	7,061327	7,061459	0,000132
2299	7,061459	7,061459	7,061973	0,000514
2300	7,061973	7,061973	7,062114	0,000141
2301	7,062114			
			Total Delay	7,062114
			Rata-rata delay	0,003069

Gambar 13. Delay PCC

Dari data yang diambil melalui aplikasi wireshark menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan Delay

Metode	Hasil Delay	Kategori
Nth	0,04 ms	Sangat Bagus
PCC	0,03 ms	Sangat Bagus

Pada parameter Delay nilai metode Nth 0,04 ms dengan kategori sangat bagus, dan metode PCC 0,03 ms dengan kategori sangat bagus.

4. Perbandingan Jitter

Berikut adalah hasil dari perbandingan jitter antara metode load balancing Nth dengan PCC.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
866	865	37,123937		37,12394	37,124895	0,000958		-0,011417	0,012375	0,023792	
867	866	37,124895		37,1249	37,13727	0,012375		0,012375	0	-0,012375	
868	867	37,13727		37,13727	37,13727	0		0	-0,000667	-0,000667	
869	868	37,13727		37,13727	37,13727	0		-0,000667	0,000489	0,001156	
870	869	37,13727		37,13727	37,137937	0,000667		0,000489	0,000132	-0,000357	
871	870	37,137937		37,13794	37,138115	0,000178		0,000132	4,6E-05	-8,6E-05	
872	871	37,138115		37,13812	37,138161	4,6E-05		4,6E-05	0	-4,6E-05	
873	872	37,138161		37,13816	37,138161	0		0	-0,000318	-0,000318	
874	873	37,138161		37,13816	37,138161	0		-0,000318	0,000184	0,000502	
875	874	37,138161		37,13816	37,138479	0,000318		0,000184	1,3E-05	-0,000171	
876	875	37,138479		37,13848	37,138613	0,000134		1,3E-05	-0,00323	-0,00324	
877	876	37,138613		37,13861	37,138734	0,000121		-0,003227	0,002646	0,005873	
878	877	37,138734		37,13873	37,142082	0,003348		0,002646	0,000423	-0,002223	
879	878	37,142082		37,14208	37,142784	0,000702		0,000423	-0,04557	-0,045992	
880	879	37,142784		37,14278	37,143063	0,000279		-0,045569	0,045022	0,090591	
881	880	37,143063		37,14306	37,188911	0,045848		0,045022	0,000357	-0,044665	
882	881	37,188911		37,18891	37,189737	0,000826		0,000357	0,00015	-0,000207	
883	882	37,189737		37,18974	37,190206	0,000469		0,00015	0,000319	0,000169	
884	883	37,190206		37,19021	37,190525	0,000319					
885	884	37,190525									
886				Total Delay	37,19053			Total Jitter		0,012149	
887				Rata-rata	0,042071			Rata-Rata		1,37432E-05	
888											

Gambar 14. Jitter Nth

2282	6,098885	6,098885	6,098885	0	0	0	0
2283	6,098885	6,098885	6,098885	0	0	0	0
2284	6,098885	6,098885	6,098885	0	0	-0,00023	-0,000233
2285	6,098885	6,098885	6,098885	0	-0,00023	-0,00029	-5,6E-05
2286	6,098885	6,098885	6,099118	0,000233	-0,00029	0,000522	0,000811
2287	6,099118	6,099118	6,09964	0,000522	0,000522	0	-0,000522
2288	6,09964	6,09964	6,09964	0	0	0	0
2289	6,09964	6,09964	6,09964	0	0	0	0
2290	6,09964	6,09964	6,09964	0	0	0	0
2291	6,09964	6,09964	6,09964	0	0	-0,00746	-0,007458
2292	6,09964	6,09964	6,09964	0	-0,00746	-0,01367	-0,006214
2293	6,09964	6,09964	6,107098	0,007458	-0,01367	-0,91162	-0,897952
2294	6,107098	6,107098	6,128228	0,02113	-0,91162	0,932754	1,844378
2295	6,128228	6,128228	7,060982	0,932754	0,932754	-0,00035	-0,933099
2296	7,060982	7,060982	7,060982	0	-0,00035	0,000213	0,000558
2297	7,060982	7,060982	7,061327	0,000345	0,000213	-0,00038	-0,000595
2298	7,061327	7,061327	7,061459	0,000132	-0,00038	0,000373	0,000755
2299	7,061459	7,061459	7,061973	0,000514	0,000373	0,000141	-0,000232
2300	7,061973	7,061973	7,062114	0,000141			
2301	7,062114						
			Total Delay	7,062114		Total Jitter	-2,2E-05
			Rata-rata delay	0,003069		Rata-rata Jitter	-9,56106E-09

Gambar 15. Jitter PCC

Dari data yang diambil melalui aplikasi wireshark menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Perbandingan Jitter

Metode	Hasil Jitter	Kategori
Nth	137	Sedang
PCC	9,56	Bagus

Pada parameter Jitter nilai rata-rata metode Nth 137 dengan kategori sedang, dan metode PCC dengan rata-rata Jitter 9,56 dengan kategori bagus.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Load balance digunakan bukan untuk meringankan beban jaringan, tetapi untuk mengatur alokasi beban jaringan, Pada *load balancing* Nth, *gateway* digunakan secara bergantian sesuai dengan algoritma *round robin*, sedangkan pada *load balancing* PCC, koneksi ke *gateway* sesuai dengan metode *hash/modulo* berdasarkan alamat sumber dan tujuan serta alamat *port* yang digunakan, Sistem yang dibuat menggunakan metode *load balance* Nth atau metode *load balance* PCC dapat mengatasi masalah jika salah satu ISP kehilangan koneksi (*failover*). Ini terlihat melalui pengalihan koneksi otomatis dari ISP aktif ke *gateway*, sehingga kinerja jaringan berlanjut seperti biasa. Untuk mengajukan saran dan pendapat tentang pengembangan dan peningkatan jaringan pada CV. Sinyal Langit agar lebih optimal, penulis memiliki saran dalam memilih ISP, diusahakan yang memiliki kualitas *bandwidth* dan *connection speed* yang hampir sama agar *browsing* tidak terjadi koneksi yang lambat dikarenakan *response time* yang berbeda pada setiap ISP.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Herdiana, A. I. Gufroni, and ..., "Integrasi Failover dengan Load Balancing Metode NTH dan PCC untuk Pengaturan Bandwidth pada Mikrotik Router," *SAIS| Sci. Artic.* ..., vol. 3, no. 1, pp. 10–16, 2020, [Online]. Available: <http://publikasi.unsil.ac.id/index.php/sais/article/view/103>
- [2] L. Fitriani, I. Perpustakaan, I. Islam, U. Adab, and D. Dakwah, "Implementasi Jaringan Komputer Pada Perpustakaan Bank Indonesia (BI) Kediri," *Shaut Al-Maktabah J. Perpustakaan, Arsip dan Dokumentasi*, vol. 11, no. 1, pp. 77–83, 2019, doi: 10.15548/shaut.v11i1.97.
- [3] H. Heromadhani, S. Sudarmaji, and A. Hidayat, "Pengembangan Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik Pada Smp Negeri 8 Metro," *J. Mhs. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 212–219, 2021, doi: 10.24127/ilmukomputer.v2i2.1671.
- [4] R. Pakiding, C. Iswahyudi, and R. Y. Ariyana, "Simulasi Perbandingan Load Balancing Dengan Metode PCC, ECMP, Dan NTH Menggunakan Gns3," *J. Jarkom*, vol. 09, no. 01, pp. 30–39, 2021, [Online]. Available: <https://journal.akprind.ac.id/index.php/jarkom/article/view/3672>
- [5] M. I. FIRDAUS, "Analisis Perbandingan Kinerja Load Balancing Metode Ecmp (Equal Cost Multi-Path) Dengan Metode Pcc (Per Connection Classifier) Pada Mikrotik Routers," *Technol. J. Ilm.*, vol. 8, no. 3, p. 165, 2017, doi: 10.31602/tji.v8i3.1139.
- [6] A. Tanton, M. T. A. Zaen, and L. Mutawalli, "Komparasi QoS Load Balancing Pada 4 Line Internet dengan Metode PCC, ECMP dan NTH," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 110, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3436.
- [7] E. S. Nur Novanda Agam, "Perbandingan Dengan Metode Load Balancing Peer Connection Classifier (PCC) dan NTH untuk QOS," *Univ. AMIKOM Yogyakarta*, 2019.
- [8] Y. Kuspani Putra, M. Sadali, and M. Mahpuz, "Penerapan Mikrotik Dalam Mengembangkan Infrastruktur Jaringan Pada Kantor Desa Rumbuk Kecamatan Sakra," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 182–193, 2020, doi: 10.29408/jit.v3i2.2350.
- [9] B. Prasetyo, E. Budiman, and G. M. Putra, "Implementasi Network Monitoring System (NMS) Sebagai Sistem Peringatan Dini Pada Router Mikrotik Dengan Layanan SMS Gateway (Studi Kasus : Universitas Mulawarman)," *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 6–10, 2019.
- [10] G. Ardiansa and R. Primananda, "Manajemen Bandwidth dan Manajemen Pengguna pada Jaringan Wireless Mesh Network dengan Mikrotik," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 11, p. 47, 2017.
- [11] T. A. Mustofa, E. Sutanta, and J. Triyono, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Jaringan Wi-Fi Menggunakan Mikrotik Online Di Wisma Muslim," *J. JARKOM*, vol. 7, no. 2, pp. 65–76, 2019.
- [12] Suzanzeff, 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.
- [13] F. Adhi Purwaningrum, A. Purwanto, E. Agus Darmadi, P. Tri Mitra Karya Mandiri Blok Semper Jomin Baru, and C. -Karawang, "Optimalisasi Jaringan Menggunakan Firewall," vol. 2, no. 3, pp. 17–23, 2018.
- [14] J. Natali, F. Fajrillah, and T. M. Diansyah, "Implementasi Static Nat Terhadap Jaringan Vlan Menggunakan Ip Dynamic Host Configuration Protocol (Dhcp)," *J. Ilm. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 51–58, 2016, doi: 10.35316/jimi.v1i1.444.
- [15] R. Tri, I. Gunawan, I. Marleni, O. Gregarius, and M. Nanda, "Analisis Keamanan Wifi Menggunakan Wireshark," *JES (J. Elektro Smart)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–3, 2021.