

## Per Connection Classifier Load Balancing dengan Mikrotik pada SMK Tunas Harapan Jakarta

Susafa'ati<sup>1</sup>, Mugi Raharjo<sup>2\*</sup>, Rifaldi Aldori<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Informatika, Universitas Nusa Mandiri, Indonesia  
[susafa.suf@nusamandiri.ac.id](mailto:susafa.suf@nusamandiri.ac.id)<sup>1</sup>, [mugi.mou@nusamandiri.ac.id](mailto:mugi.mou@nusamandiri.ac.id)<sup>2\*</sup>, [rifaldialdori95@gmail.com](mailto:rifaldialdori95@gmail.com)<sup>3</sup>

Diterima	Direvisi	Disetujui
06-07-2023	20-11-2023	05-12-2023

**Abstrak** - Kebutuhan akan internet merupakan masalah mendasar dalam kehidupan sehari-hari saat ini. Koneksi jaringan internet diperlukan oleh perusahaan dan institusi yang aktivitasnya bergantung pada koneksi jaringan internet. Itu sebabnya Anda memerlukan jaringan internet yang siaga jika koneksi internet Anda terputus. Namun sering terjadi gangguan jaringan komputer atau internet yang dapat mengganggu pekerjaan SMK. Masalah-masalah ini mencakup hal-hal seperti pengunduhan dan pengunggahan file yang lambat, koneksi yang sering kedaluwarsa, dan jumlah lalu lintas jaringan yang dapat membuat jaringan tidak dapat diandalkan. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengimplementasikan mekanisme load balancing dan metode *Per Connection Classifier (PCC)* dalam jaringan dengan router Mikrotik. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model load balancing menggunakan metode *Per connection classifier (PCC)* untuk mengatasi masalah kepadatan trafik jaringan. Penelitian dilakukan dengan metodologi kerja lapangan dengan teknik observasi dan wawancara yang dilakukan pada bulan April hingga Juni 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknik load balancing pada *router Mikrotik* menggunakan metode *Per Connection Classifier (PCC)* dapat membedakan koneksi internet dua jaringan *ISP* yang tersedia. *PCC* dapat mengurangi latensi dan meningkatkan kinerja jaringan yang saat ini berjalan.

Kata Kunci: Jaringan, mikrotik, load balancing, PCC

**Abstract** - *The need for Internet is a basic problem in today's daily life. An Internet network connection is required by companies and institutions whose operation depends on an Internet network connection. That is why you need an internet network that is on standby in case your internet connection goes down. However, there are often computer or internet network failures that can disrupt the work of SMK. These problems include slow file downloads and uploads, frequent connections that time out, and the amount of network traffic that can make the network unreliable. One solution to solve this problem is to implement a load balancing mechanism and Per Connection Classifier (PCC) method in a network with Mikrotik routers. The purpose of this study is to establish a load balancing model using the connection classification method (PCC) to solve network traffic density problems. The study was conducted using a fieldwork methodology with observation and interview techniques, which was conducted from April to June 2021. The results showed that applying load balancing techniques to Mikrotik routers using the Per Connection Classifier (PCC) method can distinguish internet connections. There are two ISP networks available. Reduce latency and improve the performance of your existing network.*

Keywords: network, mikrotik, load balancing, PCC.

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di internet saat ini sangat pesat. Ini mempengaruhi aspek kehidupan dan manfaat penggunaannya di sebuah organisasi, perusahaan, instansi pemerintah, bisnis dan individu dengan kebutuhan teknologi tersebut. (Efendi & Chandra, 2023) Semua jaringan komputer di dunia sangat nyaman dan diharapkan semua

komputer dapat saling berinteraksi mekemudiani media ini. (Sumardi, S., & Zaen., 2018)

Jaringan komputer adalah kumpulan atau sekelompok komputer yang saling terhubung oleh protokol komunikasi yang mendukung media komunikasi untuk berbagi informasi, aplikasi, dan kemampuan perangkat keras. (Sugiyono, 2016)

Adanya jaringan ini bertujuan untuk memudahkan komunikasi dan pertukaran informasi, sebaliknya setiap komputer harus terhubung dengan



jaringan komputer. (Lestari, Permana, I., & Ryan, 2018).

Sekolah (SMK) merupakan lembaga pendidikan dengan jaringan yang digunakan untuk transfer informasi, layanan informasi dan pendidikan. Di Sekolah (SMK) Tunas Harapan di Jakarta, ketika mengakses Internet, semua staf, guru atau siswa memiliki hak pengguna jaringan yang sama di Internet, sehingga kemacetan terjadi ketika semua pengguna sekolah menggunakan Internet secara intensif pada waktu yang sama. Oleh karena itu, membangun jaringan yang berkualitas membutuhkan perencanaan yang tepat dan profesional. *Server* memainkan peran yang sangat penting dalam kemudian lintas *web*. Solusi yang cepat dan tepat untuk mengatasi kasus di atas adalah pembagian beban kerja (*load balancing*).

*Load balancing* adalah metode untuk mendistribusikan beban kemudian lintas di dua atau lebih WAN untuk mengoptimalkan *bandwidth* dan meminimalkan kebocoran *boot*. Konsep *load balancing* yang digunakan kali ini dalam studi *multi-home gateway* adalah teknik *sub-grid*, yaitu. H. pembagian dua *server Internet Protocol (ISP)*, dimana masing-masing *server* memiliki *bandwidth* yang berbeda. (Muzayyin & Fitriani, 2023)

Secara khusus, ia memiliki fitur seperti pelambatan *bandwidth*, titik akses *server*, *firewall*, *proxy*, dan fitur penyeimbangan muatan yang membagi dua beban koneksi antara dua jalur koneksi. Ini bekerja dengan tautan yang berbeda atau lebih baik dan dapat berpartisipasi dalam penerapan redundansi tautan, fitur yang dapat mengalihkan tautan ke jalur cadangan jika jalur utama gagal. (Dartono, Usanto S., & Irawan, D., 2021)

*PCC (Connection Classifier)* merupakan teknik yang dapat digunakan untuk *load balancing*, dan *PCC (Peer Connection Classifier)* dapat digunakan untuk membagi *traffic* masuk dan keluar dari sebuah *router* menjadi beberapa grup. Pengelompokan ini dapat dibedakan dari alamat *src-address*, *src-port*, dan *dst-port*. (Elhanafi, A.M., Lubis, I., Irwan, D., & Muhazir, 2019)

Di *MikroTik RouterOS*, Anda akan menemukan berbagai opsi pemerataan termasuk metode *ECMP (Equal Cost Multipath)* dan *PCC (Connection Classifier)*. Namun, kedua metode tersebut memiliki karakteristik yang sama, namun juga memiliki kelebihan dan kekurangan. (Firdaus, 2017)

Hal tersebut menunjukkan bahwa metode *PCC* lebih baik terhadap gangguan jaringan dari segi performansi dan kehandalan (*reliability*), sedangkan *ECMP* lebih baik dari segi *round trip time (RTT)*. Secara khusus, *PCC* mengambil bidang tertentu dari header *IP* dan *algoritme hash* mengubah bidang yang diambil menjadi *32-bit*. Nilai ini kemudian dibagi dengan nilai penyebut yang diberikan dan hasilnya dibandingkan dengan sisanya. (Tantoni, Zaen, & Mutawalli, 2023) *MikroTik* adalah sistem operasi

berbasis perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk mengubah komputer menjadi *router* untuk jaringan. *MikroTik* juga menggunakan sistem operasi berbasis *Linux* dan menjadi dasar *router* jaringan. Sistem operasi (*OS*) ini sangat cocok untuk membangun administrasi jaringan komputer skala besar maupun kecil. (Mikola & Nurcahyo, 2023)

*MikroTik RouterOS* adalah sebuah sistem operasi yang mampu mengubah sebuah komputer menjadi sebuah *router* atau biasa dikenal dengan *router PC*. Sistem operasi mencakup fitur lengkap untuk jaringan kabel dan nirkabel, termasuk *server DHCP*, perutean, *VPN*, *email*, *firewall*, pengelola pengguna, *proxy web*, *hotspot*, dan banyak lagi akses, penyeimbangan muatan, dll. (Suwito & Lukman, 2023) Dengan pemrosesan *load balancing*, penggunaan *bandwidth* didistribusikan lebih merata di semua *PC* klien dan dapat disimpan ketika *ISP* mati atau gulung tikar menggunakan metode *PCC (Per Connection Classifier)* (Jambak, Aspriyono, & Akbar, 2023)

## METODOLOGI PENELITIAN

Sebagai penunjang riset ini, penulis memakai tata cara pengumpulan informasi sebagai berikut:

1. Observasi
2. Wawancara
3. Studi Pustaka

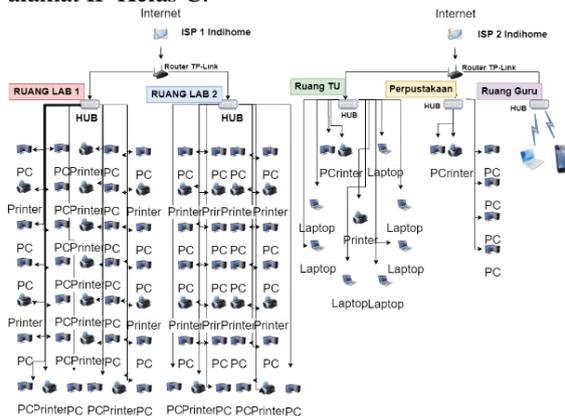
Kemudian dilanjutkan dengan analisis kebutuhan. Tujuannya adalah untuk menentukan kekuatan dan kelemahan desain *load balancing* situs desain. Bahan-bahan yang digunakan. Tujuannya adalah untuk menganalisis perangkat yang digunakan untuk mengimplementasikan desain *load balancing* untuk hasil yang maksimal. Tujuannya adalah untuk menentukan kekuatan dan kelemahan desain *load balancing* situs desain. Bahan-bahan yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perangkat yang digunakan untuk mengimplementasikan desain *load balancing* untuk hasil yang maksimal.

Fase desain menjelaskan langkah-langkah di luar kasus yang ada. Dari data yang diperoleh berdasarkan hasil analisis di Sekolah (SMK) Harapan Tunas Jakarta, penulis menggunakan aplikasi *Winbox* untuk merancang struktur jaringannya. Merancang tata letak topologi komponen sistem jaringan. Dalam hal ini, penulis menerapkan desain fisik sebagai cara berpikir tentang kebutuhan perangkat jaringan, dan desain logis sehubungan dengan pengalaman, penanganan lalu lintas, dan proksi. Sebelum melakukan keseluruhan tahap implementasi, penulis melakukan tahap test atau pengujian terhadap sistem yang dirancang. Dalam pelajaran ini, Anda akan membangun dan membuat prototipe jaringan komputer menggunakan *load balancing PCC (Per Connection Classifier)* dalam perangkat lunak di ruang virtual. Penulis menerapkan tes unduhan, pelacakan, keamanan, dan streaming. Penulis ingin

menggunakan *server proxy* sebagai cache selama fase penerapan untuk mewujudkan topologi jaringan fisik dan menemukan geometri klien dan parameter jaringan. Untuk load balancing dengan *PPC (Per Connection Classifier)*. Jaringan Laboratorium Sekolah (SMK) Tunas Harapan. ibukota Jakarta.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Topologi jaringan merupakan hal yang sangat mendasar dalam membentuk jaringan komputer, topologi jaringan yang bekerja di Sekolah (SMK) menggunakan topologi star karena mudah untuk mengatur jaringan karena setiap komputer memiliki topologi jaringannya masing-masing. Informasi ke *server*, atau untuk berbagi koneksi dengan komputer lain di jaringan yang sama. Arsitektur jaringan Sekolah (SMK) untuk dapat terhubung ke *Internet* dari *ISP* Indihome dengan bandwidth hingga 50 Mbps. Router utama menjadi *gateway* untuk menghubungkan jaringan lokal ke *Internet* dan juga bertindak sebagai *server DHCP* untuk semua fitur untuk mendapatkan alamat IP secara otomatis. Alamat IP yang digunakan adalah alamat IP Kelas C.

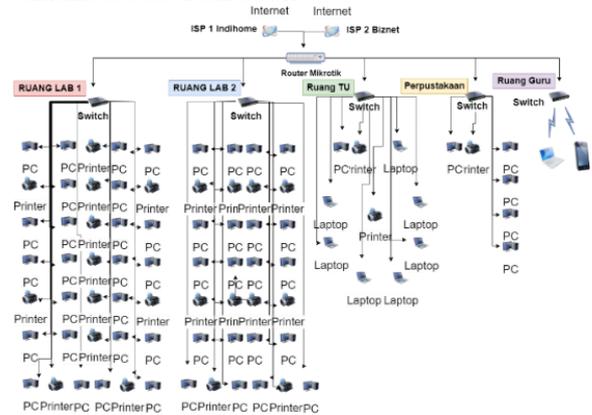


Sumber: SMK Tunas Harapan  
Gambar 1. Skema Jaringan Berjalan

Skema jaringan komputer yang ada di SMK penulis menjelaskan jaringan komputer yang ada beserta perangkatnya secara detail. Berikut ini penjelasan skema jaringan komputer:

1. *ISP (Internet Service Provider)* SMK menggunakan *ISP* Indihome berkecepatan 50Mbps untuk terhubung langsung ke *router TP-Link* kemudian mendistribusikan jaringan ke hub untuk Lab 1 dan Lab 2 Sedangkan ada *provider* sejenis yaitu Indihome dengan kecepatan sebesar 50 Mbps yang terhubung dengan *router* dan jaringan distribusi, kemudian hub untuk ruang tata usaha, perpustakaan dan ruang guru, kemudian *Hotspot*.
2. SMK memiliki 2 buah *router Tp-Link TL WR940N* yang terhubung dengan *ISP* di setiap ruangan yang digunakan sebagai *gateway internet* serta *server* dan *router DHCP*.
3. SMK Tunas Harapan memiliki 25 printer yang terhubung langsung dengan jaringan. Berdasarkan hasil analisis jaringan di Sekolah (SMK), terdapat kasus sebagai berikut:

Terdapat 1 router utama, *TP-Link TL WR940N*, dengan sedikit fitur manajemen yang menghambat proses manajemen jaringan. *Internet* mengalami downtime ketika kemudian lintas data sibuk dan terganggu karena masalah yang dihadapi oleh *ISP*. dibandingkan dengan Semua klien yang langsung terhubung ke hub sehingga kemudian lintas jaringan terhambat atau tidak stabil.



Sumber: Dokumen Pribadi  
Gambar 2. Skema Jaringan Usulan

Penjelasan diagram jaringan komputer yang diusulkan di Sekolah (SMK) yaitu:

1. Tidak ada penambahan diagram jaringan komputer di SMK .
2. Pada usulan diagram jaringan komputer di Sekolah (SMK) , *ISP 2* yaitu provider Indihome akan digantikan oleh provider layanan *Internet Biznet* home.
3. Pada usulan diagram jaringan komputer di Sekolah (SMK) , *router mikrotik RB951* akan menggantikan *router TP-Link TL WR940N* sebagai router sentral yang diusulkan.
4. *Switch HP 1820-48G* diganti *D-Link Managed Switch DGS-1100-05* dan digunakan sebagai switch distribusi jaringan komputer yang terhubung langsung dengan *router proxy RB951* sebagai jalur sentral *router, switch* distribusi

Pada perancangan aplikasi ini, penulis menggunakan aplikasi simulasi untuk merancang jaringan load balancing *Per Connection Classifier (PCC)* di Sekolah (SMK) Tunas Harapan, Jakarta. Ada juga aplikasi emulasi yang digunakan yaitu *virtualbox*.

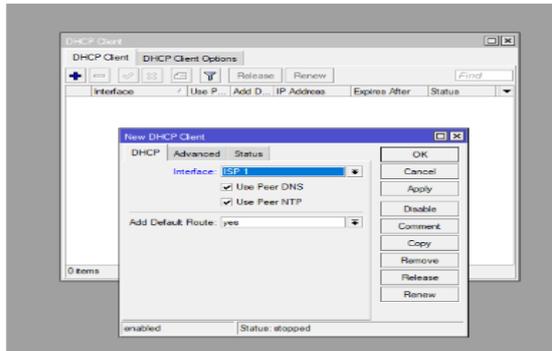
Penulis menggunakan 4 *adapter* pada *mikrotik* diantaranya :

- a. *Adapter 1* dengan *Bridged Adapter* dengan nama: *Broadcom BCM43142 802.11 bgn Wi-Fi Adapter*,
- b. *Adapter 2* dengan *Bridged Adapter* dengan nama :*Broadcom BCM43142 802.11 bgn Wi-Fi Adapter*,
- c. *Adapter 3* dengan *Intet Network* dengan nama: *Intnet*,
- d. *Adapter 4* dengan *Host-Only Adapter* dengan nama: *Virtualbox Host-Only Ethernet Adapter*.

Winbox merupakan aplikasi manajemen grafis yang dikembangkan oleh MikroTik untuk memudahkan pengguna dalam mengelola perangkat MikroTik RouterOS. Winbox menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif dan ramah pengguna untuk mengkonfigurasi, mengelola, dan memantau perangkat MikroTik. Aplikasi ini bekerja pada platform Windows dan dapat diunduh secara gratis dari situs resmi MikroTik.

Menggunakan DHCP Client yang merupakan fitur yang memungkinkan perangkat MikroTik untuk mendapatkan alamat IP secara otomatis dari server DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) dalam jaringan. DHCP adalah protokol yang digunakan untuk memberikan konfigurasi jaringan kepada perangkat secara dinamis, termasuk informasi seperti alamat IP, subnet mask, gateway, dan DNS.

Ketika mengaktifkan DHCP Client pada perangkat MikroTik, perangkat tersebut akan mencoba untuk mendapatkan konfigurasi jaringan dari server DHCP

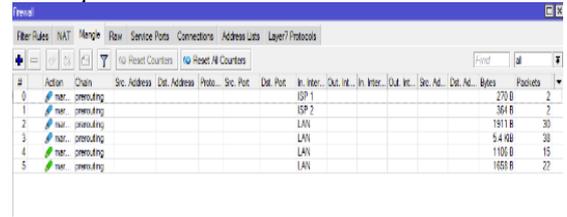


Sumber : Peneliti (2023)  
Gambar.3 Konfigurasi DHCP Client

Pada gambar 3 Penambahan IP Address, DNS, DHCP Server dan Konfigurasi pada NAT diperlukan. NAT (Network Address Translation) adalah sebuah fitur pada MikroTik yang berfungsi untuk mengonversi alamat IP dalam paket data yang melewati perangkat MikroTik. Fungsi utama NAT pada MikroTik adalah untuk menyediakan konektivitas antara jaringan lokal dan jaringan luar (misalnya, internet) dengan menggunakan satu alamat IP publik. Mangle pada MikroTik merujuk pada fitur atau konsep di RouterOS yang digunakan untuk melakukan manipulasi paket data berdasarkan aturan tertentu. Mangle memungkinkan Anda untuk mengidentifikasi, memodifikasi, dan mengelola lalu lintas jaringan dengan cara yang lebih terperinci. Beberapa fungsi umum dari Mangle pada MikroTik melibatkan pemberian tanda (marking) pada paket data untuk keperluan tertentu.

Melakukan penandaan titik dan menambahkan bagian perutean di bagian Channels. Pada poin ini penulis menjelaskan proses pengujian pada jaringan yang sedang berjalan dan jaringan yang diusulkan untuk di-deploy. Tes pertama load balancer menggunakan metode Classification by

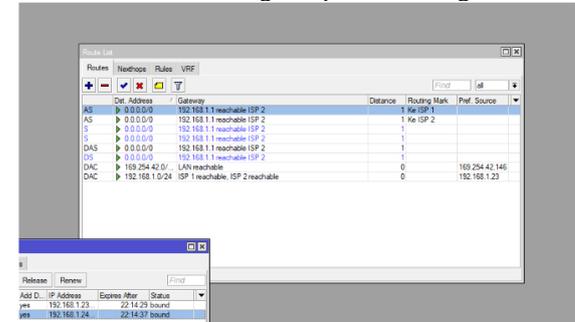
Connection (PCC). Ini termasuk streaming test, download dan speed test Youtube di website www.speedtest.cbn.net.id.



Sumber : Peneliti (2023)

Gambar.4 Mangle

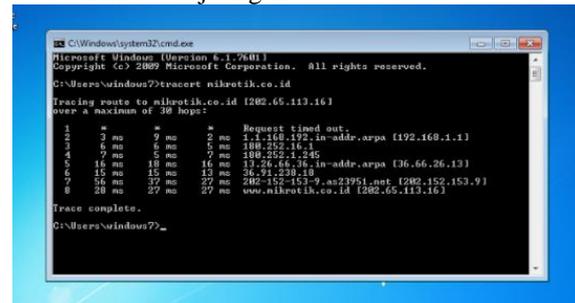
Untuk pengujian terakhir, streaming, download, dan tes kecepatan dilakukan oleh YouTube di www.speedtest.cbn.net.id. Pada titik ini, penulis menerapkan pengujian pertama untuk mencoba berbagai prosedur pengujian dan menjalankan streaming Youtube, unduhan, dan uji kecepatan untuk memastikan semua fungsi dapat terhubung.



Sumber : Peneliti (2023)

Gambar.5 Routing 2 ISP

Pada gambar 5, routing dilakukan proses pengaturan dan pengalihan lalu lintas data antara jaringan atau subnet yang berbeda. Fungsi routing pada MikroTik sangat penting dalam mengelola arus data dalam suatu jaringan.

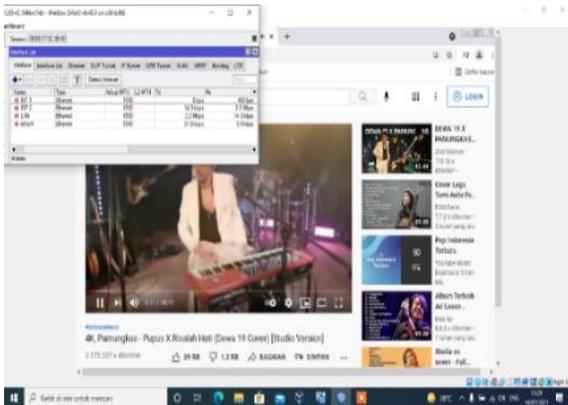


Sumber: Dokumen Pribadi

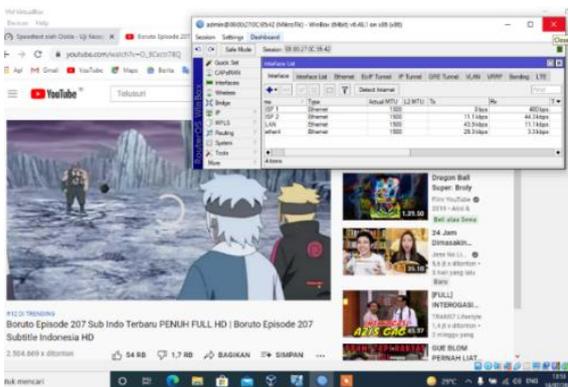
Gambar 6. Uji Youtube Sebelum Load Balancing

Pada gambar 6 dilakukan ujicoba koneksi ke laman youtube sebelum dilakukan load balancing.

Pada gambar 7 dilakukan uji download ke laman youtube sebelum dilakukan load balancing. Percobaan sebelum harus dilakukan agar mengetahui efek yang terjadi setelah dilakukan metode ini. metode load balancing pada perangkat MikroTik yang memungkinkan pembagian beban lalu lintas di antara beberapa jalur atau koneksi secara merata.



Sumber: Dokumen Pribadi  
Gambar 7. Uji Download Sebelum Load Balancing



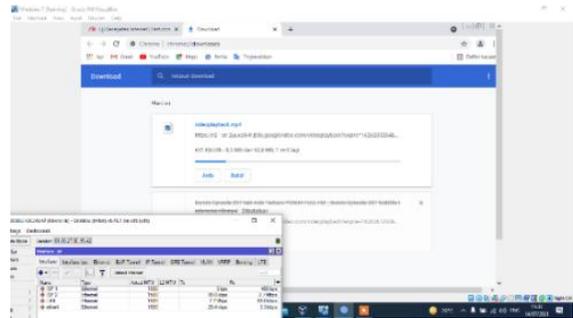
Sumber: Dokumen Pribadi  
Gambar 8. Uji Trace route Sebelum Load Balancing  
Pada gambar 8 dilakukan uji trace route ke laman youtube sebelum dilakukan load balancing.



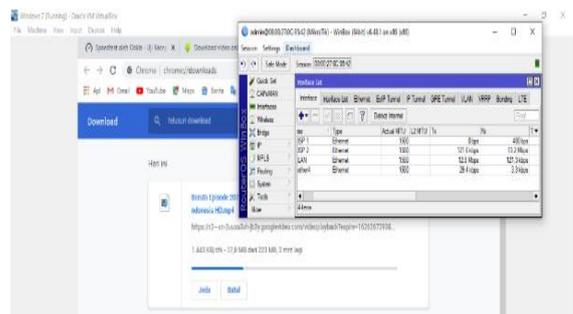
Sumber: Dokumen Pribadi  
Gambar 9. Uji Coba Speed Test Sebelum Load Balancing

Pada tahap ini penulis menerapkan pengujian Akhir. Setelah melaksanakan *Load Balancing* jaringan pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) hasil dari *Load Balancing* metode *Per Connection Classifier (PCC)* dengan *Streaming Youtube*, *Download*, dan *Speedtest* sebagai berikut:

Pada gambar 10 melakukan uji terhadap laman youtube setelah diterapkannya *load balancing*. *PCC* melakukan pembagian beban lalu lintas berdasarkan koneksi (*connection*) individu. Setiap koneksi dari suatu perangkat diarahkan ke jalur tertentu sesuai dengan aturan *PCC*.



Sumber: Dokumen Pribadi  
Gambar 10. Uji Youtube Setelah Load balancing



Sumber: Dokumen Pribadi  
Gambar 11. Uji Coba Download Setelah Melakukan Load balancing

Pada gambar 11 dijelaskan bahwa percobaan *download* setelah dilakukan *load balancing*. *PCC* melibatkan pengaturan aturan dan *mangle* pada router *MikroTik*. Dengan menggunakan fitur *mangle*, Anda dapat menetapkan aturan yang mengidentifikasi koneksi dan memberikan tanda atau *tagging* pada paket data.



Sumber: Dokumen Pribadi  
Gambar 12. Speed Test Setelah Load balancing

Dari hasil seluruh pengujian di atas jika dengan mengaplikasikan *load balancing* metode *Per Connection Classifier (PCC)* administrator mampu mengendalikan mengatur setiap kecepatan *upload* dan *download* pada jaringan. *Load Balancing* menggunakan Teknik *PCC* ini akan berjalan efektif dan mendekati seimbang jika semakin banyak koneksi dari *client* yang terjadi. *Load Balancing* menggunakan *PCC (Per Connection Classifier)* ini bukan selamanya dan sepenuhnya sebuah solusi yang pasti berhasil baik disemua jenis *network*, karena

proses penyeimbangan dari *traffic* adalah berdasarkan logika *probabilitas*.

## KESIMPULAN

Konsepsi, desain dan implementasi instalasi dan manajemen jaringan komputer di Sekolah Tunas Harapan (SMK), Jakarta. Dari sini dapat disimpulkan bahwa penerapan *load balancing* memberikan *bandwidth* terbaik, tetapi teknologi *load balancing* lebih besar dari  $1 = 1$ , sehingga *load balancing* tidak membawa *bandwidth* yang besar dari kedua koneksi. Dan solusi untuk mengatasi masalah jaringan komputer yang ditemui di SMK adalah dengan menggunakan metode *PCC (Per Connection Classifier)* untuk *load balancing*. Solusi ini dipilih karena dapat memenuhi kebutuhan komunikasi dan praktis perguruan tinggi yang menghubungkan berbagai jaringan komputer yang aman. Kinerja jaringan komputer yang menerapkan metode *load balancing PCC (Per Connection Classifier)* seimbang antara dua atau lebih koneksi untuk memaksimalkan dan melayani lalu lintas secara optimal. Kinerja internet di SMK Tunas Harapan, Sekolah Menengah Atas (SMK) Jakarta. *Aplikasi Mikrotik* dapat diakses dari HP *Android* manapun, sehingga konfigurasi dan verifikasi dapat dilakukan dimana saja.

## REFERENSI

- Dartono, Usanto S., & Irawan, D. (2021). Penerapan metode per connection classifier (pcc) pada perancangan load balancing dengan router mikrotik. *Jurnal Elektro Dan Informatika Swadharma(JEIS)*, 1(1), 2774–5774.
- Efendi, L. H., & Chandra, D. W. (2023). Implementasi Weighted Load balancing Per Connection Clasifier Dengan Teknik Failover Menggunakan Mikrotik RB941-2ND (Studi Kasus : Dinas Pemberdayaan Perempuan, Perlindungan Anak dan Keluarga Berencana Kabupaten Grobogan ). *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(3), 735–744. <https://doi.org/10.29100/jupi.v7i3.3048>
- Elhanafi, A.M., Lubis, I., Irwan, D., & Muhazir, A. (2019). Simulasi Implementasi Load Balancing PCC Menggunakan Simulator Gns3. *Jurnal Teknik Informatika Komputer*, 1, 159–165.
- Jambak, A.-H., Aspriyono, H., & Akbar, A. (2023). Computer Network management using a Mikrotik Router at the Immigration Office Class I TPI Bengkulu City. *Jurnal Media Computer Science*, 1(1), 7–13. Retrieved from <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmcs/article/view/1909>
- Lestari, Permana, I., & Ryan. (2018). Analisis Sistem Jaringan Komputer Di Sekolah Al-Madani Pontianak. *International Journal of Natural Sciences and Engineering*, 2(3), 99–102.
- Mikola, A., & Nurcahyo, A. C. (2023). Analisis Load Balancing Berbasis Mikrotik Dalam Meningkatkan Kemampuan Server di Institut Shanti Bhuana. *Journal of Information Technology*, 2(2), 17–20. <https://doi.org/10.46229/jifotech.v2i2.481>
- Muzayyin, M., & Fitrani, A. S. (2023). Configuring Load Balancing and Failover Using a Mikrotik Router on RT RW NET (Case Study: Dusun Klatakan Dayurejo). *Procedia of Engineering and Life Science*, 2(2). <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1293>
- Sugiyono. (2016). Sistem keamanan jaringan komputer menggunakan metode watchdog firebox pada pt guna karya indonesia. *Jurnal CKI*, 9(1), 1–8.
- Sumardi, S., & Zaen., M. T. A. (2018). Perancangan Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik Router OS Pada SMAN 4 Praya. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Elektronik*, 1(1), 50. <https://doi.org/10.36595/jire.v1i1.32>
- Suwito, M. R., & Lukman, L. (2023). Analisis Dan Perancangan Load Balancing Dengan Metode Nth Menggunakan Mikrotik Studi Kasus Smk Bina Harapan Sleman. *Respati*, 17(1), 17. <https://doi.org/10.35842/jtir.v17i1.437>
- Tantoni, A., Zaen, M. T. A., & Mutawalli, L. (2023). Komparasi QoS Load Balancing Pada 4 Line Internet dengan Metode PCC, ECMP dan NTH. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 110. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3436>