Digital Transformation Technology (Digitech) | e-ISSN: 2807-9000
Volume 5, **Number** 2, September 2025
https://doi.org/10.47709/digitech.v5i2.6834

Penerapan Teknologi Load Balancing pada Router Mikrotik dengan Metode Peer Connection Classifier

Yandiega Pragasta[1], Yunanri.W[2*]
[1,2]Universitas Teknologi Sumbawa
[1]yandikavyrenzi@gmail.com, [2*]yunanri.w@uts.ac.id

open access
Histori Artikel:
Diajukan: 13 Agustus 2025
Disetujui: 11 Oktober 2025
Dipublikasi: 13 Oktober 2025
Kata Kunci:
Load balancing; Mikrotik; Peer Connection Classifier; jaringan internet; PCC; NDLC
Digital Transformation Technology (Digitech) *is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).*

Abstrak
Teknologi informasi dan komunikasi menjadikan jaringan komputer sebagai infrastruktur utama dalam penyampaian informasi, khususnya dibidang pendidikan. SMAN 3 Sumbawa Besar menghadapi kendala dalam distribusi koneksi internet akibat tingginya trafik dan terbatasnya manajemen bandwidth. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja jaringan melalui penerapan teknologi *load balancing* menggunakan metode *Peer Connection Classifier* (PCC) pada router Mikrotik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan pendekatan *Network Development Life Cycle* (NDLC), dimulai dari analisis kondisi jaringan, desain topologi, implementasi konfigurasi PCC, hingga pengujian kinerja jaringan. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan signifikan pada parameter throughput, delay, dan packet loss setelah diterapkannya konfigurasi PCC. Teknik *load balancing* ini mampu membagi trafik secara merata ke dua ISP yang tersedia, sehingga meningkatkan efisiensi jaringan dan stabilitas koneksi internet di lingkungan sekolah. Hasil penelitian Mikrotik efektif dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan internet, serta direkomendasikan sebagai solusi serupa untuk institusi pendidikan lainnya.

PENDAHULUAN

Dalam dunia pendidikan khususnya, setiap tenaga pengajar dituntut untuk Memiliki kemampuan untuk berkembang, berpandangan luas, serta mengusung pemikiran global guna menghadapi berbagai tantangan dalam proses pendidikan siswa. Salah satunya melalui pembekalan pendidikan teknologi informasi dan komunikasi sebagai dasar untuk menghadapi kebutuhan perkembangan era global. Oleh karena itu, Mayoritas sekolah di Indonesia saat ini telah dilengkapi dengan fasilitas komputer atau laboratorium yang tersambung ke jaringan. Kehadiran jaringan tersebut bertujuan untuk mendukung kemudahan dalam komunikasi dan pertukaran data. (Lestari & Permana, 2020).

(SMA) Negeri 3 Sumbawa merupakan institusi pendidikan yang juga memiliki sistem jaringan komputer sebagai sarana transmisi informasi. Koneksi internet yang terdapat di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 3 Sumbawa diperuntukkan bagi seluruh staff, guru, maupun siswa. Dengan banyaknya *client* yang mengakses jaringan, dapat berpotensi terjadinya kepadatan jaringan. Kepadatan ini dapat mengakibatkan terjadinya *overloading* sebagai akibat dari pengguna yang berlebihan dalam jaringan yang sama dapat membebani infrastruktur jaringan, menyebabkan kinerja jaringan yang buruk atau terputus-putus. Oleh sebab itu, guna membangun mutu jaringan yang baik, dibutuhkan desain yang kompatibel untuk mendistribusikan beban kerja atau lazim dikenal sebagai *load balancing*(Sandi Ardiansyah, Jabal Nur, 2017).

Load balancing adalah teknologi perutean yang mengoptimalkan pemanfaatan beberapa penyedia layanan internet (ISP) secara simultan, sehingga koneksi dapat digunakan secara bersamaan dan berfungsi sebagai cadangan apabila terjadi gangguan atau kegagalan pada salah satu penyedia layanan (Sujarwo et al., 2020). Teknologi *Load balancing* dapat menjadi solusi efektif untuk menjaga stabilitas koneksi internet dengan mendistribusikan beban lalu lintas secara merata ke beberapa jalur atau koneksi. Penerapan teknologi ini memberikan sejumlah manfaat, antara lain meningkatkan keandalan layanan internet, memastikan ketersediaan *(availability),* serta mendukung skalabilitas jaringan. (Wijaya et al., 2023).(Mustofa et al., 2023)

Salah satu metode *load balancing* yang banyak digunakan adalah *Peer Connection Classifier* (PCC). Metode ini bekerja dengan mengarahkan paket data ke *gateway* tertentu berdasarkan koneksi yang dituju. PCC membagi lalu lintas data yang melewati *router* menjadi beberapa kelompok berdasarkan alamat sumber (src-*address*), *port* sumber (src-*port*), dan *port* tujuan (dst-*port*). Mikrotik sebagai perangkat *router* akan mencatat jalur *gateway* yang pertama kali dilalui oleh koneksi tersebut. Paket-paket data berikutnya yang masih terkait dengan koneksi awal akan dikirim melalui jalur *gateway* yang sama, proses ini dikenal sebagai PCC Matcher. (Hidayat et al., 2021).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk mengelola *Load balancing* pada beberapa jalur koneksi internet atau ISP serta mengoptimalkan penggunaan *bandwidth* yang disediakan oleh ISP. Metode yang digunakan adalah PCC, di mana *bandwidth* merujuk pada besarnya kapasitas transmisi data dalam jaringan telekomunikasi, yang dihitung dalam satuan bit per detik (bps), antara komputer *server* dan komputer *client* dalam periode waktu tertentu.

STUDI LITERATUR

Menurut (Sampurna Dadi Riskiono & Donaya Pasha 2020), load balancing memiliki nilai response time 36,4 ms lebih kecil dibandingkan server tunggal yang memiliki waktu response time 51,1 ms pada uji koneksi 500/10 sec.

Menurut Prasetyo (2021), Quality of service (QoS), kualitas layanan mengacu pada teknologi apa pun yang mengelola lalu lintas data untuk mengurangi packet loss (kehilangan paket), latency, dan jitter pada jaringan. QoS mengontrol dan mengelola sumber daya jaringan dengan menetapkan prioritas untuk tipe data tertentu pada jaringan.

Menurut (Rika safira & Yunanri.W. 2023), Untuk mengetahui kinerja jaringan yang diharapkan untuk mengatasi permasalahan meningkatkan efisiensi jaringan guna mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan berkualitas.komputer dengan menggunakan metode Network Performance Analysis (NPA), diuji dengan menggunakan Wireshark dan Ping Plotter.

Menurut (Sandi Ardiansyah, Jabal Nur, Muhammad Mukmin 2017), load balancing dapat bekerja dengan baik ketika request datang dari client telah berhasil didistribusikan balancer secara merata kepada setiap node cluster. Sehingga server tidak mengalami overload dan kemampuan kemampuan recovery data replikasi multi master yang diterapkan dapat menjaga konseistensi data antar node pada database cluster.

METODE

Load Balancing dengan menggunakan konsep PCC ini adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi supaya seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan throughput, memperkecil waktu tanggap dan menghindari overload pada salah satu jalur koneksi. Kelebihan yang dimiliki metode PCC adalah mampu menspesifikasikan gateway untuk tiap paket data yang masih berhubungan dengan data yang sebelumnya sudah dilewatkan pada salah satu gateway. Sementara kekurangan dari metode ini lebih memungkinkan beresiko terjadi overload pada salah satu gateway yang disebabkan oleh pengaksesan situs yang sama[.

Per Connection Classifier (PCC) merupakan metode yang mengspesifikasikan suatu paket menuju gateway suatu koneksi tertentu. PCC mengelompokkan trafik koneksi yang keluar masuk router menjadi beberapa kelompok. Pengelompokan ini bisa dibedakan berdasarkan src-address, dst-address, src-port dan dst-port. Mikrotik akan mengingat-ingat jalur gateway yang telah dilewati di awal trafik koneksi. Sehingga pada paket-paket data selanjutnya yang masih berkaitan akan dilewatkan pada jalur gateway yang sama dengan paket data sebelumnya yang sudah dikirim.

Langkah-langkah PCC antrian diantaranya Adalah Analisis, Perancangan, Simulasi, Implementasi, Monitoring, Manajemen.



Gambar 1. Blok Diagram Metode Load Balancing PCC

Gambar 1 menunjukkan langkah-langkah load balancing PCC antralian diantaranya Adalah; analisis, perancangan,implementasi, monitoring dan manajemen.

Diagram Alir Penelitian

Penerapan *Load balancing* PCC pada *Router* MikroTik untuk meningkatkan kinerja jaringan di SMAN 3 Sumbawa Besar dilaksanakan mengacu pada tahapan-tahapan sebagaimana tergambar dalam diagram berikut.

Diagram alir ini menggambarkan proses penerapan *Load balancing* PCC pada *Router* MikroTik untuk meningkatkan kinerja jaringan di SMAN 3 Sumbawa Besar. Dimulai dengan menganalisis kondisi jaringan yang mengalami masalah trafik tidak merata, *bottleneck*, tidak adanya *failover*, serta tingginya *latency* dan *packet loss*. Untuk mengatasi hal ini, diterapkan *Load balancing* PCC, yang mencakup konfigurasi MikroTik, distribusi trafik berbasis koneksi, serta mekanisme *failover*. Setelah proses implementasi selesai, dilakukan pengujian *Quality of Service* (QoS) guna menilai sejauh mana peningkatan kinerja jaringan yang dicapai.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

HASIL

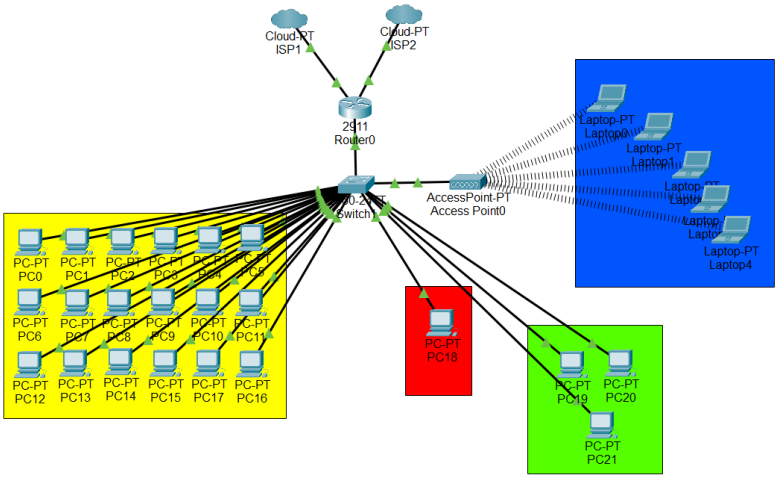
Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan load balancing PCC memberikan dampak positif terhadap stabilitas dan efisiensi jaringan. Pembagian trafik berdasarkan parameter koneksi menghasilkan distribusi yang merata, mengurangi kemacetan jaringan, dan meningkatkan pengalaman pengguna. Penggunaan dua ISP juga menambah redundansi dan mengurangi potensi downtime. Metode ini sangat efektif untuk diterapkan di lingkungan pendidikan dengan kebutuhan akses internet tinggi dan pengguna yang beragam. Meskipun demikian, pengaturan mark-connection dan routing membutuhkan ketelitian karena konfigurasi yang salah dapat menyebabkan loop atau kebocoran trafik(Saputra et al., 2023).

Topologi Jaringan Saat Ini

Saat ini, jaringan internet di SMAN 3 Sumbawa Besar terdiri dari beberapa perangkat yang terhubung melalui jaringan lokal (LAN) dan jaringan nirkabel (WiFi). Perangkat yang terhubung ke jaringan meliputi:

1) 18 PC di laboratorium komputer (digunakan untuk pembelajaran berbasis komputer).
2) 1 PC di perpustakaan (digunakan untuk sistem katalog dan pencarian buku digital).
3) 3 PC di ruang Tata Usaha (TU) (digunakan untuk administrasi sekolah).
4) 5 laptop (digunakan oleh guru dan staf untuk keperluan akademik dan administratif).

Jaringan sekolah ini menggunakan *Router* MikroTik sebagai *gateway* utama yang menghubungkan semua perangkat ke internet melalui dua ISP yang berbeda. Koneksi internet didistribusikan melalui switch dan *Access Point* nirkabel(Tantoni et al., 2020).



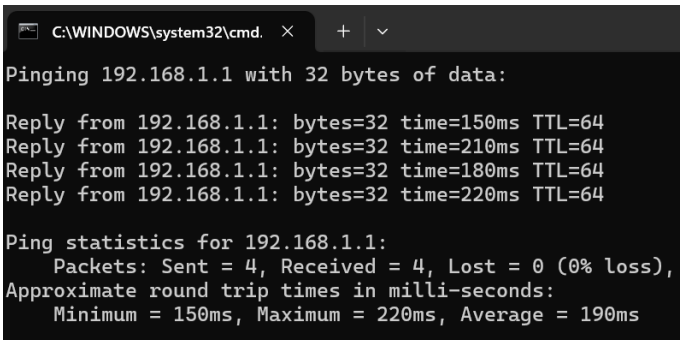
Gambar 3. Topologi Jaringan Saat Ini

Dari gambar di atas, dapat dilihat topologi jaringan saat ini menggunakan model *star topology* (topologi bintang), di mana semua perangkat terhubung ke satu *switch* utama, yang kemudian tersambung ke *Router* MikroTik. *Router* ini menerima koneksi internet dari dua ISP (ISP1 & ISP2). Seluruh perangkat terbagi ke ruang laboratorium komputer (kuning), perpustakaan (merah), ruang Tata Usaha (hijau), dan perangkat wireless di ruang guru (biru)(Mustofa et al., 2022).

Identifikasi Masalah Jaringan

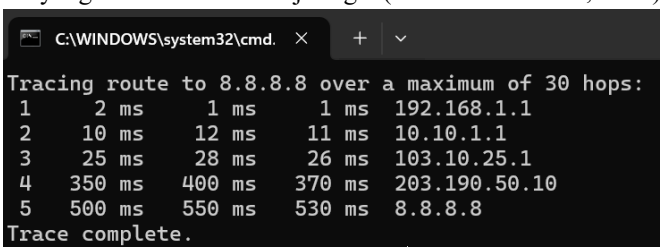
Dari hasil analisis topologi jaringan di SMAN 3 Sumbawa Besar, ditemukan beberapa permasalahan utama yang dapat mempengaruhi kinerja jaringan internet. Permasalahan ini berkaitan dengan struktur jaringan, manajemen *bandwidth*, serta efisiensi dan keamanan jaringan.

Semua perangkat, termasuk 18 PC di Lab Komputer, 3 PC di Ruang TU, 1 PC di perpustakaan, dan 5 laptop di Ruang Guru, terhubung ke satu switch utama. Hal ini menyebabkan trafik data bercampur tanpa adanya pengaturan prioritas, sehingga ketika Lab Komputer digunakan secara penuh, koneksi internet di seluruh jaringan dapat melambat secara signifikan. Kondisi ini diperparah dengan tidak adanya mekanisme pembagian *bandwidth* yang jelas, sehingga penggunaan internet oleh satu kelompok pengguna dapat menghambat kelompok lain yang juga membutuhkan akses stabil.



Gambar 4. Ping Test PC di Lab. Komputer pada Jaringan Saat Ini

Dari gambar di atas, dapat dilihat hasil pengujian *ping* ke alamat IP 192.168.1.1 menunjukkan adanya variasi waktu respons yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 150ms hingga 220ms, dengan rata-rata 190ms. Meskipun tidak ada paket yang hilang (*packet loss* 0%), lonjakan waktu respons yang mencapai 220ms menunjukkan adanya latensi yang tidak stabil dalam jaringan(Abdul Rosid et al., 2023).



Gambar 5. Traceroute Test *pada Jaringan Saat Ini*

Dari gambar di atas, hasil *traceroute*192.168.1.1 memperlihatkan *router* lokal di jaringan sekolah memiliki respon cukup cepat (1-2 ms). Tetapi, pada alamat *Gateway* ISP 10.10.1.1, sedikit lebih tinggi (10-12 ms). Kemudian *backbone* ISP 103.10.25.1 normal (25-28 ms). Terdapat lonjakan latensi yang tinggi di 203.190.50.10 (350-400 ms) yang menunjukkan kemacetan atau *bottleneck* di infrastruktur ISP. Terakhir, pada Google DNS 8.8.8.8 latensi semakin tinggi (500-550 ms) indikasi bahwa trafik internet tidak terdistribusi dengan baik.Lonjakan latensi di *hop* ke-4 terjadi akibat salah satu jalur koneksi mengalami pembebanan yang lebih berat dan tidak seimbang(Tegar & Abdillah, 2024).

Selain itu, koneksi nirkabel yang tersedia di Ruang Guru juga menghadapi keterbatasan. Hanya terdapat satu *Access Point* yang harus melayani banyak laptop dan perangkat mobile secara bersamaan. Dengan semakin banyaknya perangkat yang terhubung, koneksi WiFi sering menjadi tidak stabil dan mengalami penurunan kecepatan. Tidak adanya pembatasan jumlah pengguna yang bisa terhubung ke *Access Point* menyebabkan jaringan nirkabel menjadi padat, sehingga guru dan staf yang membutuhkan koneksi untuk aktivitas kerja mereka sering kali mengalami kendala dalam mengakses internet dengan lancar(Tutu et al., 2022).

PEMBAHASAN

Analisa Kebutuhan Jaringan

Berdasarkan analisis kondisi jaringan saat ini di SMAN 3 Sumbawa Besar, ditemukan beberapa permasalahan utama, seperti ketidakseimbangan beban jaringan, latensi tinggi, serta kurangnya optimalisasi distribusi *bandwidth*. Oleh karena itu, solusi yang diperlukan harus mencakup optimalisasi koneksi internet melalui teknik *Load balancing*2 ISP.

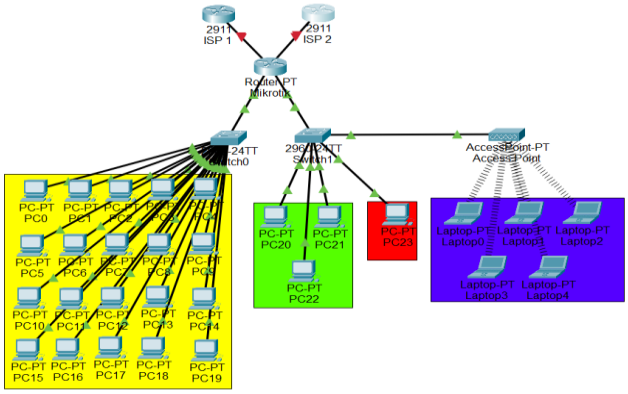
Berikut adalah hasil analisa kebutuhan jaringan di SMAN 3 Sumbawa Besar berdasarkan permasalahan yang ada.

Tabel 1 Analisa Kebutuhan Jaringan

	Kategori	**Kebutuhan**	**Keterangan**
1	Perangkat Jaringan	*Router* Mikrotik	Mengatur distribusi trafik internet dari dua ISP secara optimal
		Switch dengan jumlah *port* yang mencukupi	Menghubungkan dan membagi semua perangkat dengan kapasitas yang cukup

		(minimal 24 *port*)	sehingga beban trafik tidak terkonsentrasi pada 1 switch.
		Access Point	Menyediakan koneksi *wireless* yang stabil bagi perangkat nirkabel.
2	Konfigurasi Jaringan	*Load balancing* dengan metode PCC	Membagi beban trafik antar dua ISP untuk meningkatkan efisiensi
		Routing dan *Failover*	Memastikan koneksi tetap berjalan saat salah satu ISP mengalami gangguan
		Quality of Service (QOS)	Mengutamakan layanan penting seperti pembelajaran daring dan akses ke sistem sekolah
3	*Monitoring* dan Evaluasi	MikroTIK *Traffic*Monitor *&Graphing*	Memantau penggunaan *bandwidth* dan efektivitas *Load balancing*
		Pingtest, *Traceroute*, dan *Bandwidth Test*	Mengevaluasi peningkatan kinerja jaringan setelah implementasi

Desain Infrastruktur Jaringan Usulan



Gambar 6. Desain Arsitektur Jaringan Usulan

Desain jaringan usulan menunjukkan perubahan signifikan dibandingkan dengan desain jaringan terdahulu, baik dari segi topologi maupun performa. Pada desain terdahulu, arsitektur jaringan menggunakan satu *router* yang langsung terhubung ke dua ISP, kemudian disalurkan ke satu *switch* pusat yang menghubungkan seluruh perangkat, termasuk PC laboratorium, komputer TU, komputer perpustakaan, serta laptop guru melalui satu jalur. Pendekatan ini tidak hanya membatasi efisiensi distribusi beban trafik internet, tetapi juga menciptakan *bottleneck* pada jalur tunggal tersebut(Wiryany et al., 2022).

Pada desain jaringan usulan menerapkan pendekatan yang lebih terstruktur dengan menggunakan *Router* MikroTik yang dikonfigurasi dengan metode *load balancing* berbasis PCC (*Per Connection Classifier*), serta memanfaatkan dua ISP yang terhubung ke dua *port* fisik yang berbeda. Infrastruktur jaringan ini dibagi menjadi dua segmen *switch*, yaitu *Switch* 0 untuk Laboratorium Komputer dan *Switch* 1 untuk unit Perpustakaan, Tata Usaha, dan *Access Point* ruang guru. Pembagian ini tidak hanya mempermudah manajemen jaringan, namun juga meningkatkan keandalan koneksi dan skalabilitas sistem secara keseluruhan. Dengan pendekatan *shared-load* dan segmentasi jaringan yang jelas, desain usulan lebih sesuai untuk lingkungan SMA Negeri 3 Sumbawa Besar.

Secara garis besar, diagram alir arsitektur jaringan usulan digambarkan pada diagram berikut(Ali & Komala, 2021).

Setelah merancang arsitektur jaringan usulan dengan teknik *load balancing* dan metode PCC, langkah berikutnya yang dilakukan adalah pengalokasian IP *Address*, yaitu sebagai berikut.

Tabel 2 Alokasi IP Address

Perangkat	**Interface**	**IP *Address***	**Keterangan**
MikroTIK	E9/0	10.10.10.2/30	Ke ISP 1
ISP 1	E0/0	10.10.10.1/30	*Gateway* ISP 1
MikroTIK	E8/0	20.20.20.2/30	Ke ISP 2
ISP 2	E0/0	20.20.20.1/30	*Gateway* ISP 2

MikroTIK	E0/0	192.168.1.1/24	Ke Lab. Komputer
MikroTIK	E1/0	192.168.2.1/24	Ke TU, Perpus, dan R. Guru

Pada bagian ini, jaringan usulan menggunakan dua koneksi internet dari dua ISP berbeda sebagai jalur redundansi sekaligus *load balancing*. *Router* MikroTik terhubung ke ISP1 melalui *port* FastEthernet 9/0 dengan alamat IP 10.10.10.2/30, sedangkan ISP1 memiliki IP 10.10.10.1/30. Untuk jalur kedua, MikroTik terhubung ke ISP2 melalui *port* FastEthernet 8/0 dengan IP 20.20.20.2/30, dan IP *gateway* ISP2 adalah 20.20.20.1/30. Penggunaan subnet mask /30 dimaksudkan untuk mengoptimalkan alokasi IP karena hanya 2*host* yang terhubung *point-to-point*(Mustofa et al., 2023)

Tabel 3 Konfigurasi LAN Switch 1

Perangkat	**Jumlah**	**IP Range**	***Gateway***
PC Lab	20	192.168.1.10–29	192.168.1.1
MikroTIK	Fa 0/0	192.168.1.1	–

Selanjutnya, alokasi untuk LAN Switch 1, mengelola konektivitas untuk 20 PC yang berada di laboratorium komputer. Semua PC berada dalam satu segmen jaringan lokal dengan subnet 192.168.1.0/24. *Router* MikroTik yang terhubung ke switch ini melalui *port FastEthernet* 0/0 bertindak sebagai *gateway* utama dengan IP 192.168.1.1. Rentang IP untuk perangkat di lab komputer dimulai dari 192.168.1.10 hingga 192.168.1.29, dan dapat diatur secara statis atau menggunakan DHCP *server* lokal dari MikroTik. Segmentasi ini bertujuan untuk memisahkan lalu lintas lab dari jaringan lain demi kemudahan manajemen dan keamanan.

Tabel 4. Konfigurasi LAN Switch 2

Perangkat	**Jumlah**	**IP Range**	***Gateway***
PC TU	3	192.168.2.10–12	192.168.2.1
PC Perpustakaan	1	192.168.2.20	192.168.2.1
Mikrotik	Fa 1/0	192.168.2.1	–
Access Point	1	192.168.2.254	192.168.2.1
Laptop Guru	5	192.168.2.30-34	192.168.2.1

Switch 2 bertanggung jawab menghubungkan perangkat di Tata Usaha, Perpustakaan, serta *Access Point* yang digunakan di ruang guru. Semua perangkat pada switch ini berada di jaringan 192.168.2.0/24 dengan MikroTik sebagai *gateway* di IP 192.168.2.1, yang terhubung melalui *port* FastEthernet 1/0. Terdapat tiga PC untuk keperluan administrasi TU (192.168.2.10–12), satu PC untuk perpustakaan (192.168.2.20), dan satu *Access Point* (192.168.2.254) yang menyediakan koneksi nirkabel bagi lima laptop guru (192.168.2.30–34). Segmentasi ini memungkinkan pengelolaan jaringan berdasarkan fungsi dan lokasi pengguna.

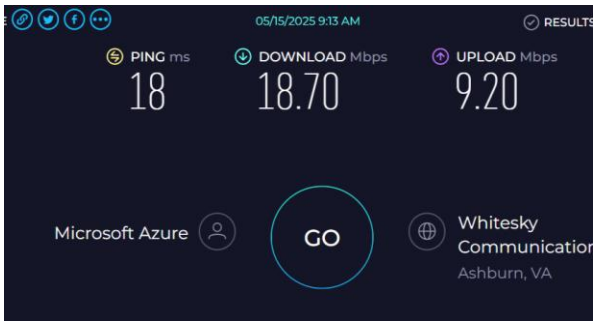
Konfigurasi* Load balancing *dengan PCC

Tahap akhir adalah melakukan pengaturan *Load balancing* menggunakan metode *Peer Connection Classifier (*PCC).PCC adalah metode *load balancing* di MikroTik *Router*OS yang membagi trafik berdasarkan koneksi, bukan hanya per-paket sehingga membuat koneksi tetap stabil (misal *streaming*, *login web*, dll) karena koneksi tidak berpindah antar ISP.

Konfigurasi PCC pada Mikrotik dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan pertama yaitu

***Hasil Pengujian* Throughput**

Merujuk pada hasil uji *Throughput* pada jaringan yang memanfaatkan dua koneksi ISP melalui penerapan metode *load balancing* PCC, diperoleh peningkatan performa yang signifikan dibandingkan penggunaan koneksi tunggal. Melalui pengukuran menggunakan *internet speed test Server* pada MikroTik kecepatan unduh dari ISP 1 mencapai 9,5 Mbps, sedangkan kecepatan unggahnya sebesar 4,7 Mbps, sedangkan ISP 2 mencatat *throughputdownload* sebesar 9,2 Mbps dan *upload* sebesar 4,5 Mbps. Setelah konfigurasi *load balancing* diterapkan, *Throughput* gabungan meningkat menjadi 18,7 Mbps untuk *download* dan 9,2 Mbps untuk *upload*.

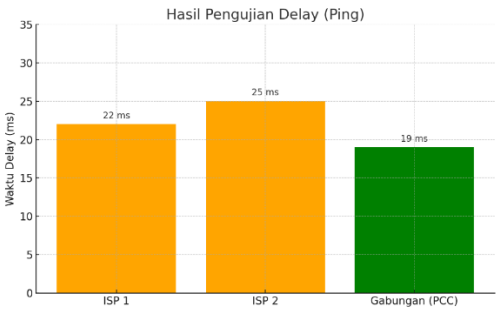


Gambar 7 Hasil Pengujian Speed Test

Hasil pengujian *Throughput* menunjukkan bahwa metode PCC mampu mengoptimalkan distribusi trafik antar dua koneksi internet, sehingga memberikan kestabilan dan kecepatan akses yang lebih baik bagi pengguna jaringan di SMA Negeri 3 Sumbawa.

***Hasil Pengujian* Delay**

Pengujian *delay* dilakukan dengan menggunakan salah satu PC di laboratorium komputer (terhubung ke *Switch* 1) dan PC di TU dan perpustakaan (*Switch* 2) sebagai acuan pengujian ping terhadap alamat publik 8.8.8.8 (DNS Google) dan 1.1.1.1 (Cloudflare). Visualisasi hasil pengujian *delay* ditampilkan pada grafik di bawah ini.

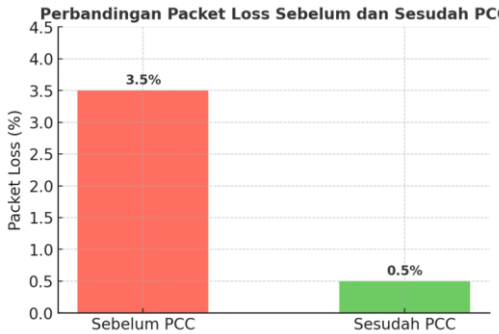


Gambar 8 Hasil Pengujian Delay

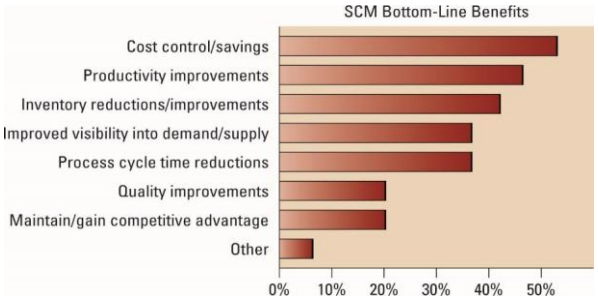
ISP 1 secara tunggal memiliki performa *delay* yang relatif baik dengan rata-rata 22 ms, namun masih terjadi fluktuasi maksimal hingga 25 ms.ISP 2 memiliki *delay* yang sedikit lebih tinggi, dengan rata-rata 25 ms, sedikit lebih lambat dibanding ISP 1.Setelah konfigurasi *load balancing* diaktifkan, sistem mampu menurunkan rata-rata *delay* menjadi 19 ms, dengan *delay* minimum 17 ms dan maksimum hanya 21 ms.

***Hasil Pengujian* Packet loss**

Hasil pengujian *packet loss* menunjukkan bahwa saat menggunakan ISP 1 secara tunggal, tidak terjadi kehilangan paket, sementara ISP 2 menunjukkan adanya 1 paket hilang dari 10 percobaan (10% *packet loss*), yang mengindikasikan gangguan minor atau latensi tinggi di jalur tersebut. Setelah *load balancing* dengan metode PCC diaktifkan, sistem mampu menjaga kestabilan dengan 0% *packet loss*, karena beban dialihkan atau dibagi secara merata ke jalur yang lebih optimal.



Gambar 9 Perbandingan Packet Loss



Gambar 10 Hasil Pengujian Packet Loss

KESIMPULAN

Penerapan teknologi load balancing menggunakan metode PCC pada router Mikrotik terbukti efektif meningkatkan kinerja jaringan internet di SMAN 3 Sumbawa Besar. Metode ini mampu mendistribusikan trafik secara merata, menurunkan delay, dan mengurangi packet loss secara signifikan. Solusi ini cocok diterapkan di lingkungan pendidikan lainnya dengan karakteristik serupa. Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis log yang lebih canggih guna evaluasi performa secara berkala. Merancang load balancing dengan metode Per Connection Classifier (PCC) pada SMAN 3 Sumbawa Besar memerlukan beberapa langkah penting. Pertama, perlu dilakukan analisis kebutuhan jaringan untuk menentukan bandwidth dan jumlah koneksi internet yang diperlukan berdasarkan aktivitas pengguna di sekolah. Selanjutnya, pemilihan perangkat yang sesuai, seperti router Mikrotik yang mendukung PCC, dan penyedia layanan internet (ISP) yang tepat menjadi kunci dalam implementasi. Konfigurasi router Mikrotik harus dilakukan untuk menerapkan PCC, dengan mengatur aturan untuk membagi lalu lintas internet berdasarkan kelas koneksi yang berbeda. Penerapan load balancing telah membagi beban traffic secara seimbang pada ISP 1 dan ISP 2 pada laboratorium komputer SMAN 3 Sumbawa Besar. Penerapan teknik load balancing dapat menjadikannya salah satu gateway sebagai koneksi tunggal jika gateway yang lain dalam keadaan mati:

REFERENSI

Hidayat, A. S., Widodo, A. E., Kencono, A., & Nuryamin, Y. (2021). Implementasi Load Balancing Dengan Metode PCC pada Balai Besar Pelatihan Kesehatan (BBPK) Jakarta. *Evolusi: Jurnal Sains Dan Manajemen*, *9*(1), 101–112.

Lestari, I., & Permana, R. (2020). Analisis Sistem Jaringan Komputer di Sekolah Menengah Kejuruan Al-Madani Pontianak. *International Journal of Natural Science and Engineering*, *2*(3), 99. https://doi.org/10.23887/ijnse.v2i3.17188

Sujarwo, I., Desmulyati, D., & Budiawan, I. (2020). Implementasi Load Balancing menggunakan Metode PCC (Peer Connection Clasifier) di Universitas Krisnadwipayana. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)*, *5*(2), 171–176. https://doi.org/10.33480/jitk.v5i2.1184

Wijaya, H., Abdurrohim, I., Tugiyono, J., & Rumandan, R. J. (2023). Implementasi Metode Load Balancing Untuk Optimalisasi Performa Server Pada Jaringan Internet. *Journal of Information System Research (JOSH)*, *5*(1), 252–260. https://doi.org/10.47065/josh.v5i1.4386

Fadila, D., & Cobantoro, A. F. (2025). Analisis Optimasi Queue Type Dalam Mikrotik Router Os V7. 15 Pada Jaringan Internet Di Smp Negeri 6 Sudimoro. *MEKAR: Journal Information System and Computer Application*, *1*(1).

Basri, A., & Yuliadi, B. (2023). Wireless Network Bandwidth Quality Measurement Using Qos Standard Tiphon. *PIKSEL: Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, *11*(2), 283-292.

Oktaseli, H. R., & Slameto, A. A. (2025). Evaluation of Wireless LAN Quality of Service (QoS) in Primary Education Using TIPHON Standards. *Journal of Applied Informatics and Computing*, *9*(2), 393-403.

Marpaung, N. L., Amri, R., Febrianzio, S., Ervianto, E., & Ali, N. D. (2024, March). Identification of internet network based on quality of service using TIPHON. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3026, No. 1, p. 050002). AIP Publishing LLC.

Abdul Rosid, R., Martanto, M., & Ali, I. (2023). Analisis Internet Network Performance Menggunakan Parameter Quality of Service. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *7*(1), 203–210. https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6252

Ali, B., & Komala, M. W. (2021). Perbandingan Fitur Layer 7 Protocol dan Web Proxy untuk Sistem Keamanan Filtering Rule SMPN 5 Palopo. *Jurnal Literasi Digital*, *1*(1), 18–23. https://doi.org/10.54065/jld.1.1.2021.3

Mustofa, D., Mahendra, D. A., Saputra, D. I. S., & Amin, M. S. (2022). Implementasi Point – to – Point Protocol Over Ethernet pada Jaringan RT/RW Net Menggunakan Mikrotik RB750 GR3. *Jurnal Ilmiah IT CIDA*, *8*(2), 124. https://doi.org/10.55635/jic.v8i2.169

Mustofa, D., Wirasto, A., Arif Muttakin, Deuis Nur Astrida, & Dhanar Intan Surya Saputra. (2023). Implementation of Load Balancing Per Connection Classifier on Mikrotik for Internet Services at Private Vocational Schools. *SAGA: Journal of Technology and Information System*, *1*(3), 104–113. https://doi.org/10.58905/saga.v1i3.169

Sandi Ardiansyah, Jabal Nur, M. M. (2017). *Rancang Bangun Load Balancing Pada Database Cluster Menggunakan Haproxy*. *8*.

Saputra, E. P., Saryoko, A., Maulidah, M., Hidayati, N., & Dalis, S. (2023). Analisis Quality of Service (QoS) Performa Jaringan Internet Wireless LAN PT. Bhineka Swadaya Pertama. *EVOLUSI : Jurnal Sains Dan Manajemen*, *11*(1), 13–21. https://doi.org/10.31294/evolusi.v11i1.14955

Tantoni, A., Ashari, M., & Zaen, M. T. A. (2020). Analisis Dan Implementasi Jaringan Komputer Brembuk.Net Sebagai Rt/Rw.Net Untuk Mendukung E-Commerce Pada Desa Masbagik Utara. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, *19*(2), 312–320. https://doi.org/10.30812/matrik.v19i2.591

Tegar, M., & Abdillah, N. (2024). *Analisis Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Local Area Network Untuk Meningkatkan Kualitas Layanan Menggunakan Wireshark (Studi Kasus : PT . Lintang Media Infotama)*. *2*(1), 16–24. https://doi.org/10.25139/jitsi.v2i1.8473

Tutu, J. U., Hariadi, F., Mikaela, R., & Malo, I. (2022). Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Mikrotik Hotspot di SMP Negeri 2 Rindi (Implementation of Bandwidth Management Using Mikrotik Hotspot at SMP N 2 Rindi). *Jurnal INOVATIFWIRA WACANA*, *01*(03), 152–163.

Wiryany, D., Natasha, S., & Kurniawan, R. (2022). Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi terhadap Perubahan Sistem Komunikasi Indonesia. *Jurnal Nomosleca*, *8*(2), 242–252. https://doi.org/10.26905/nomosleca.v8i2.8821