

# **Implementasi Load Balancing dan Failover Recursive Untuk Peningkatan Kinerja dan Keandalan Jaringan Mikrotik di PT. Telkom Indonesia Witel Semarang**

Implementasi Load Balancing dan Failover Recursive Untuk Peningkatan Kinerja dan Keandalan Jaringan Mikrotik di PT. Telkom Indonesia Witel Semarang

<sup>1</sup>Wildan Khoiri Priandana, <sup>2</sup>Abdul Rohman

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Ngudi Waluyo

Email : <sup>1</sup>wildankhoiripriandana@gmail.com, <sup>2</sup>abdulrohman15@gmail.com

## **ABSTRACT**

*In the digital era, a stable and reliable internet connection is crucial, especially for telecommunications companies like PT. Telkom Indonesia. This study aims to implement a Per-Packet Classifier (PCC) load balancing technique with recursive failover using two different Internet Service Provider (ISP) sources to improve network performance and reliability. The method used involves configuring a MikroTik router to distribute traffic evenly and automatically redirect connections when one of the paths experiences disruption. Test results show that this implementation successfully increased network speed (speedtest) by 105% and average throughput by up to 89% for downloads and 82% for uploads, compared to the non-load balancing method. Furthermore, delay and jitter values were also significantly reduced, demonstrating improved network stability. Failover testing demonstrated that the system could quickly redirect traffic to the remaining active ISP, while the monitoring system successfully sent automatic notifications when disruptions occurred. It was concluded that the PCC load balancing technique with recursive failover is effective in creating a more reliable and efficient internet connection, making it an ideal solution for corporate environments.*

**Keywords:** PCC, failover, recursive, network, ISP, MikroTik

## **ABSTRAK**

Dalam era digital, koneksi internet yang stabil dan andal sangat krusial, terutama bagi perusahaan telekomunikasi seperti PT. Telkom Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknik load balancing Per-Packet Classifier (PCC) dengan failover recursive menggunakan dua sumber Internet Service Provider (ISP) yang berbeda untuk meningkatkan kinerja dan keandalan jaringan. Metode yang digunakan meliputi konfigurasi router MikroTik untuk mendistribusikan trafik secara merata dan mengalihkan koneksi secara otomatis saat salah satu jalur mengalami gangguan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi ini berhasil meningkatkan kecepatan jaringan (speedtest) sebesar 105% dan throughput rata-rata hingga 89% untuk unduhan dan 82% untuk unggahan, dibandingkan dengan metode non-load balancing. Selain itu, nilai delay dan jitter juga berkurang secara signifikan, membuktikan stabilitas jaringan yang lebih baik. Pengujian failover menunjukkan sistem dapat mengalihkan trafik dengan cepat ke ISP yang masih aktif, sementara sistem monitoring berhasil mengirimkan notifikasi otomatis saat terjadi gangguan. Disimpulkan bahwa teknik load balancing PCC dengan failover recursive efektif dalam menciptakan koneksi internet yang lebih handal dan efisien, menjadikannya solusi ideal untuk lingkungan korporat.

**Kata Kunci:** PCC, failover, recursive, jaringan, ISP, MikroTik

## PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi internet menuntut kebutuhan akan jaringan yang tidak hanya cepat, tetapi juga stabil dan handal. Keandalan jaringan menjadi sangat penting untuk mencegah downtime yang dapat menghambat produktivitas, terutama di lingkungan kerja. Di tengah tantangan ini, penggunaan lebih dari satu sumber internet (multi-ISP) dan implementasi teknik penyeimbang beban (load balancing) menjadi solusi yang efektif. Load balancing merupakan salah satu teknik routing yang memanfaatkan dua atau lebih jalur koneksi internet (Provider) untuk dapat digunakan secara bersamaan dan saling backup jika ada salah satu koneksi internet bermasalah (Ramadani, 2025).

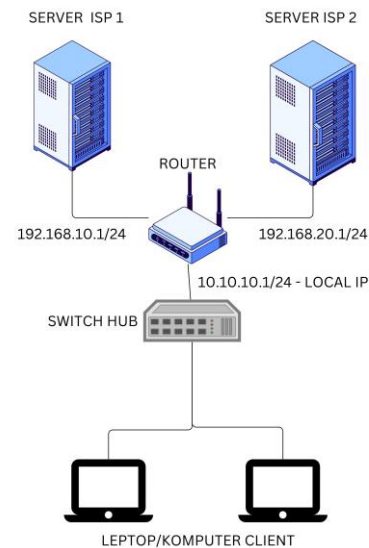
Penelitian ini berfokus pada penerapan load balancing dan failover di PT. Telkom Indonesia Witel Semarang, sebuah perusahaan telekomunikasi yang bertanggung jawab atas kualitas layanan di wilayahnya. Gangguan jaringan, seperti koneksi yang tidak stabil, sering kali menghambat pekerjaan karyawan dan masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sebuah solusi untuk mengoptimalkan pemanfaatan bandwidth dan menjamin ketersediaan koneksi internet dengan menggunakan router MikroTik.

Penelitian ini mengimplementasikan teknik Per-Packet Classifier (PCC) untuk load balancing dan failover recursive untuk memastikan trafik terdistribusi secara merata dan dapat dialihkan secara otomatis jika salah satu jalur putus. Teknik load balance pada router mikrotik dengan metode PCC bertujuan untuk memisahkan koneksi internet melalui dua jalur ISP yang tersedia sehingga mampu mengatasi permasalahan penumpukan traffic pada salah satu link ISP sehingga dapat mengurangi latency (Dartono & Irawan, 2021). Implementasi ini juga didukung oleh sistem monitoring yang dapat memberikan notifikasi secara real-time saat terjadi gangguan.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan meliputi beberapa tahapan utama:

- Pengumpulan Data: Mengumpulkan data terkait kondisi jaringan, kendala, dan kebutuhan di PT. Telkom Indonesia Witel Semarang.
- Analisis Data: Menganalisis data yang terkumpul untuk merancang topologi jaringan dan konfigurasi yang sesuai.



Gambar 1. Desain topologi yang digunakan

- Model/Metode yang Diusulkan: Menerapkan load balancing metode PCC dan failover recursive pada router MikroTik RB 750 dengan dua ISP yang berbeda.
- Eksperimen dan Pengujian: Melakukan serangkaian pengujian untuk membandingkan kinerja jaringan sebelum (non-load balancing) dan sesudah implementasi (load balancing dan failover).

Pengujian yang dilakukan mencakup:

- Speedtest untuk mengukur kecepatan unduhan dan unggahan.
- Throughput, delay, dan jitter untuk mengukur kualitas layanan (QoS).
- Durasi waktu unduhan dan unggahan file.
- Pengujian failover recursive untuk memastikan mekanisme cadangan berfungsi.

- Pengujian sistem monitoring untuk validasi notifikasi otomatis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kinerja yang signifikan pada jaringan setelah implementasi load balancing dan failover.

### 1. Peningkatan Kecepatan Jaringan

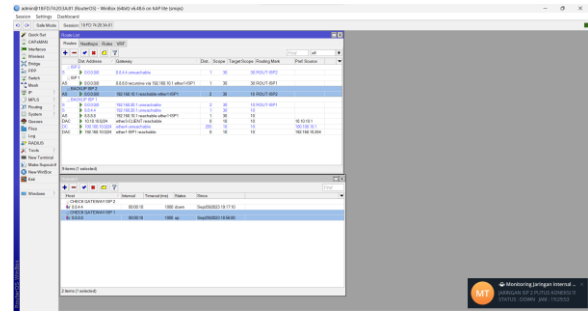
- Speedtest: Kecepatan unduhan meningkat dari 19 Mbps (non-load balancing) menjadi 39 Mbps (load balancing), menunjukkan peningkatan 105%.
- Throughput: Nilai throughput rata-rata untuk unduhan file mencapai 2430 Kbps (load balancing) dibandingkan 1286 Kbps (non-load balancing), yang berarti peningkatan 89%. Untuk unggahan, nilai throughput meningkat sebesar 82%.

### 2. Peningkatan Stabilitas Jaringan

- Delay: Nilai delay rata-rata pada metode load balancing jauh lebih rendah (0.388 ms untuk unduhan dan 0.776 ms untuk unggahan) dibandingkan metode non-load balancing (0.714 ms dan 1.43 ms). Hal ini mengindikasikan penurunan delay hingga 45-46%, yang berdampak positif pada pengalaman pengguna.
- Jitter: Metode load balancing menghasilkan nilai jitter yang lebih rendah (0.311 ms untuk unduhan dan 0.221 ms untuk unggahan), yang menunjukkan penurunan jitter hingga 48-65% dan kualitas data yang lebih stabil.

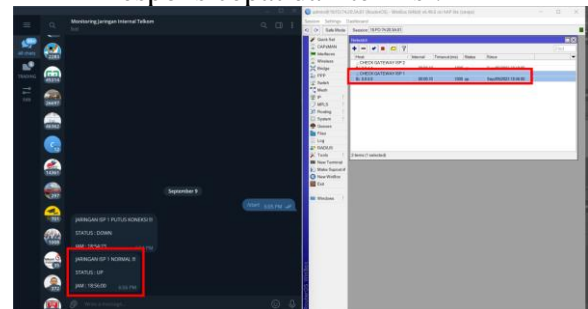
### 3. Fungsionalitas Failover dan Monitoring

- Failover: Pengujian membuktikan bahwa MikroTik mampu mengalihkan trafik secara otomatis dan cepat ke ISP yang masih aktif saat ISP lain mengalami gangguan (downtime).



Gambar 2. Pengujian Failover Recursive Gateway

- Sistem Monitoring: Konfigurasi sistem monitoring berhasil mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram saat terjadi putus koneksi pada salah satu ISP, memungkinkan respons cepat dari teknisi.



Gambar 3. Uji Sistem Monitoring ISP 1 Status Normal

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa implementasi load balancing PCC dengan failover recursive pada server MikroTik di PT. Telkom Indonesia Witel Semarang terbukti sangat efektif. Metode ini berhasil meningkatkan kecepatan unduhan dan unggahan, mengoptimalkan pemanfaatan bandwidth dari dua ISP, dan secara signifikan mengurangi delay serta jitter. Mekanisme failover juga berfungsi dengan baik dalam memastikan ketersediaan koneksi internet yang tinggi.

## SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk:

- Menerapkan metode *load balancing* lain seperti NTH atau menggabungkan lebih dari dua sumber internet.

- Menggunakan *router MikroTik* dengan spesifikasi yang lebih tinggi untuk menangani beban trafik yang lebih besar

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andrianov, H., & Wijaya, R., 2022. Load Balance (PCC) With Recursive Gateway Method. *International Journal Of Dynamics In Engineering And Sciences (Ijdes) Lldikti Wilayah X*, 7(1). <https://doi.org/10.22216/jod.v7i1>
- Anwar, S., 2021. Implementasi Failover Recursive Gateway Dan Load Balancing Metode Pcc (Per Connection Clasifier) Dalam Peningkatan Qos Jaringan Pada Smk Al-Kautsariyyah.
- Bahtiar, D., Febrianto, W.J., Maulana, A., Saputra, S., Darmawan, W., Tafonao, R.P., Julianto, R., Zai, R. and Djutalov, R., 2021. Pengenalan dasar instalasi jaringan komputer menggunakan mikrotik. *J. Kreat. Mhs. Inform*, 2(3), pp.507-518.
- Dartono, M., & Irawan, D., 2021. Penerapan Metode Per Connection Classifier (PCC) pada Perancangan Load Balancing Dengan Router Penerapan Metode Per Connection Classifier (Pcc) Pada Perancangan Load Balancing Dengan Router Mikrotik.
- Deni Bahtiar<sup>1</sup>, Wangsa Jati Febrianto<sup>2</sup>, Asep Maulana<sup>3</sup>, Sodichin Saputra<sup>4</sup>, Wisnu Darmawan<sup>5</sup>, Remis Putra Tafonao<sup>6</sup>, Rendi Julianto<sup>7</sup>, Roliuz Zai<sup>8</sup>, Roeslan Djutalov, A. S., Widodo, A. E., Kencono, A., Nuryamin, Y., Informatika, T., Manajemen, S. T., Informatika, D., & Mandiri, K.. 2021. Implementasi Load Balancing Dengan Metode PCC Pada Balai Besar Pelatihan Kesehatan (BBPK) Jakarta. *Jurnal Sains Dan Manajemen*, 9(1).
- Hakim, A., Ridha, M.S., Heristian, S., Selawati, A. and Paramita, P., 2024. Implementasi Failover Clustering Server Untuk Mengurangi Resiko Downtime Pada Web Server. *Akrab Juara: Jurnal Ilmu-ilmu Sosial*, 9(3), pp.660-666.
- Ihksan, M., Hanim, H., Fauzi, D., Susilo, H. and Abdillah, N., 2024. *Jaringan Komputer: Your First Steps in Computer Networking*.
- Ilahi, I., 2020. *Administrasi Infrastruktur Jaringan* (I. Ilahi, Ed.). XP Solution.
- Magfa Ribhi Rahmat, B., & Septia Nugraha, F., 2022. Implementasi Load Balancing Metode Per Connection Classifier Dan Failover Recursive Menggunakan Mikrotik (Vol. 6, Issue 2). <http://ojsamik.amikmitragama.ac.id>
- Mariati, F. R. I., Waluyo, M. R. & Wahyundari, T. E., 2020. Analisis Kepuasan Optimalisasi Kinerja Jaringan Berbasis Load Balancing dan Wifi-Offload Menggunakan Uji T Paired (Studi Kasus pada UPN Veteran Jakarta). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, Volume Vol. 6 No. 2, pp. 20-30.
- Rahman, A.A., Fauzi, E., Prasetyo, B.A. and Utomo, B.C., 2023. Analisis Link Aggregated Group Interface Pada Switch Untuk Sistem Link Redudancy Di Universitas Widyatama. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 14(3), pp.82-87.
- Ramadani, J., 2025. Implementasi Sistem Load Balancing dengan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP) Interkoneksi Jaringan pada Kantor Dinas Koperasi Palopo. *Peripheral: Jurnal Ilmu Komputer*, 1(2), pp.81-98.
- Rifqi, M., Hadi, N., & Kaburuan, E. R., 2022. Ethernet Link Network Design Using Auto Failover And Load Balancing Technology In Throughput Optimization. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 15(15). [www.jatit.org](http://www.jatit.org)
- Rohim A.P.R., Rohman, A. and Setiawan, W.I., 2022. Pembuatan Jaringan Local Area Network Menggunakan Protokol Routing OSPF di SMK NU Ungaran. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 1(1), pp.29-35.

- Saharuna, Z., Nur, R., & Sandi, A., 2020. Analisis Quality Of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode PCC Dan NTH (Vol. 5, Issue 1).
- Saharuna, Z., Nur, R., & Sandi, A., 2020. Analisis Quality Of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode Pcc Dan Nth (Vol. 5, Issue 1).
- Surimi, L., Subardin. & Nurmiati., 2022. Analisis Kinerja Load Balancing Terhadap Jaringan Internet Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP). Digital Transformation Technology (Digitech) | e-ISSN : 2807-9000, Volume II, pp. 52-62.
- Sutra, M.T.K. and Rizal, R., 2022. Implementasi Load Balancing Dan Failover to Device Mikrotik Router Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP). Informatics and Digital Expert (INDEX), 4(2), pp.81-86.