

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Di era digital saat ini, ketergantungan terhadap koneksi internet yang cepat dan stabil telah menjadi kebutuhan pokok, tidak hanya bagi perusahaan besar tetapi juga untuk lingkungan kantor kecil dan rumahan (*Small Office/Home Office* - SOHO). Aktivitas seperti bekerja dari rumah (WFH), belajar daring, dan streaming media menuntut konektivitas tanpa henti. Namun, untuk memenuhi kebutuhan ini, pengguna sering dihadapkan pada beberapa tantangan utama.

Tantangan pertama adalah tingginya biaya untuk mendapatkan koneksi internet berkecepatan tinggi. Di Indonesia, paket *bandwidth* besar sering kali masih tergolong mahal, terutama bagi pengguna SOHO atau mereka yang berada di daerah dengan keterbatasan infrastruktur. Tantangan kedua adalah keandalan; ketergantungan pada satu penyedia layanan internet (ISP) sangat berisiko. Gangguan teknis, pemeliharaan jaringan, atau bahkan bencana alam dapat menyebabkan koneksi terputus total, sehingga melumpuhkan produktivitas. Terakhir, terdapat masalah jangkauan sinyal, di mana satu ISP mungkin kuat di satu lokasi, namun lemah di lokasi lain, sehingga tidak ada satu *provider* pun yang sempurna untuk semua kondisi.

Untuk mengatasi serangkaian tantangan tersebut, teknik *load balancing* muncul sebagai solusi yang strategis dan hemat biaya. Teknik ini memungkinkan penggabungan dua atau lebih jalur koneksi internet misalnya, dua koneksi 10 Mbps untuk menghasilkan kapasitas total yang lebih tinggi dengan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan satu jalur premium. Lebih penting lagi, *load balancing* menyediakan mekanisme *failover* otomatis. Jika satu ISP utama mengalami gangguan, lalu lintas data akan secara instan dialihkan ke jalur cadangan, sehingga menjamin kontinuitas layanan (*high availability*) dan mengatasi masalah keterbatasan jangkauan sinyal dengan memanfaatkan keunggulan dari masing-masing ISP.

Dalam konteks ini, perangkat MikroTik menawarkan dua metode *load balancing* yang populer, yaitu *Per Connection Classifier* (PCC) dan *Equal Cost Multi-Path*

(ECMP). Mengingat keduanya memiliki pendekatan yang berbeda dalam mendistribusikan trafik, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan performa keduanya secara mendalam pada skenario penggunaan dua ISP berbeda (Biznet dan Telkomsel). Tujuannya adalah untuk memberikan rekomendasi konkret mengenai metode mana yang paling efektif untuk mengatasi permasalahan konektivitas di lingkungan SOHO dan perumahan.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, kebutuhan akan koneksi internet yang andal dan efisien di lingkungan SOHO menjadi krusial. Penggunaan teknik *load balancing* dengan dua ISP pada perangkat MikroTik menjadi solusi, namun implementasinya memunculkan beberapa permasalahan yang perlu dikaji secara mendalam.

Permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara implementasi dan konfigurasi metode *load balancing* PCC dan ECMP pada perangkat MikroTik, serta apa perbedaan fundamental keduanya dalam mendistribusikan trafik pada skenario dua ISP?
2. Bagaimana perbandingan performa antara metode PCC dan ECMP ditinjau dari parameter *Quality of Service (QoS)* seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* ketika diuji pada kondisi beban *bandwidth* yang bervariasi?
3. Seberapa efektif masing-masing metode dalam menjaga kontinuitas dan stabilitas koneksi saat terjadi skenario kegagalan salah satu jalur ISP (*failover*)?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengimplementasikan dan menjelaskan konfigurasi metode *load balancing* PCC dan ECMP pada perangkat MikroTik untuk skenario dua ISP, serta menguraikan perbedaan fundamental antara kedua metode tersebut.

2. Membandingkan dan menganalisis performa metode PCC dan ECMP berdasarkan parameter *Quality of Service (QoS)* yang meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* dalam berbagai skenario beban *bandwidth*.
3. Menguji dan mengevaluasi efektivitas metode PCC dan ECMP dalam menjaga kontinuitas koneksi dan stabilitas jaringan selama simulasi kegagalan salah satu jalur ISP (*failover*).

Dengan tujuan penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai implementasi dan kinerja teknik *load balancing* ECMP dan PCC pada perangkat MikroTik serta dampaknya terhadap kualitas dan kestabilan koneksi jaringan.

I.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada implementasi dan analisis performa teknik *load balancing* PCC (*Per Connection Classifier*) dan ECMP (*Equal-Cost Multi-Path*) menggunakan perangkat MikroTik dalam skenario jaringan yang mendekati kondisi nyata. Agar ruang lingkup penelitian tetap terarah dan realistis, batasan-batasan berikut diterapkan:

1. Perangkat MikroTik: Penelitian ini dilakukan menggunakan dua perangkat MikroTik, yaitu MikroTik RB450Gx4 dan MikroTik RB941-2nD (hAP-Lite). MikroTik RB941-2nD (hAP-Lite) digunakan untuk implementasi teknik PCC, sedangkan MikroTik RB450Gx4 digunakan untuk implementasi teknik ECMP.
2. Teknologi *Load balancing*: Fokus penelitian ini terbatas pada penggunaan teknik *load balancing Per Connection Classifier (PCC)* dan *Equal-Cost Multi-Path (ECMP)* yang tersedia pada MikroTik *RouterOS* untuk pengelolaan trafik jaringan.
3. Parameter Evaluasi:
 - a. Stabilitas Koneksi: Mengukur stabilitas koneksi berdasarkan *packet loss*, *latensi*, dan kemampuan *failover* saat terjadi gangguan pada salah satu koneksi.
 - b. Distribusi Beban: Efisiensi distribusi trafik antara dua koneksi internet yang digunakan.

- c. *Throughput*: Kapasitas maksimal data yang dapat ditransmisikan dalam berbagai kondisi beban penggunaan.
4. Kondisi Pengujian: Pengujian dilakukan dalam skenario yang disimulasikan, mencakup kondisi trafik ringan dan beban tinggi, menggunakan dua koneksi internet aktif dari ISP Biznet dan Telkomsel 5G dengan karakteristik *bandwidth* dan latensi yang berbeda.
5. Skala Penelitian: Penelitian dibatasi pada penggunaan dua perangkat MikroTik dalam satu jaringan dengan topologi sederhana, dengan MikroTik RB941-2nD (hAP-Lite) untuk PCC dan MikroTik RB450Gx4 untuk ECMP, masing-masing mengelola dua jalur koneksi ISP.
6. Keterbatasan Teknis: Penelitian ini hanya mencakup analisis pada *Layer 3 (Routing)* dan *Layer 4 (Transport)* OSI yang berhubungan langsung dengan *load balancing* dan pengelolaan trafik jaringan. Penelitian ini tidak membahas aspek *Layer 1* dan *Layer 2* yang terkait dengan teknologi komunikasi, serta tidak membahas aspek jaringan fisik atau interferensi nirkabel.
7. Keterbatasan Eksternal: Penelitian dilakukan dalam kondisi laboratorium atau simulasi yang mendekati kenyataan, namun tidak dapat sepenuhnya merepresentasikan gangguan eksternal seperti interferensi nirkabel, pemadaman listrik, atau fluktuasi kualitas layanan dari ISP secara *real-time*.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Akademisi dan Peneliti di Bidang Jaringan Komputer: Penelitian ini dapat menjadi referensi dan sumber pengetahuan untuk pengembangan studi lebih lanjut dalam bidang *load balancing* berbasis MikroTik, khususnya dalam konteks pengelolaan trafik jaringan untuk skala kecil seperti rumah, kantor kecil, dan jaringan lainnya dengan infrastruktur terbatas.
2. Bagi Telkom University: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang memperkaya literatur di bidang jaringan komputer, serta meningkatkan pemahaman mengenai implementasi teknik *load balancing* pada perangkat MikroTik. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan

ajar atau referensi dalam kegiatan pembelajaran dan riset yang lebih lanjut di Telkom University.

3. Bagi Peneliti Lain: Penelitian ini dapat menjadi acuan dan inspirasi bagi peneliti lain dalam mengeksplorasi dan mengembangkan teknik *load balancing*, khususnya di lingkungan yang menggunakan perangkat MikroTik. Temuan-temuan dari penelitian ini dapat memperluas wawasan dalam penelitian serupa yang berfokus pada performa dan efektivitas teknik *load balancing* dalam berbagai konteks jaringan.
4. Bagi Praktisi TI dan Komunitas MikroTik: Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam merancang solusi *load balancing* hemat biaya dan efektif, sekaligus memperkuat adopsi penggunaan MikroTik dalam skala jaringan dengan keterbatasan infrastruktur dan anggaran.

I.6 Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini disusun dalam enam bab, dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan, Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, dan sistematika laporan.

Bab II Tinjauan Pustaka, Menjelaskan teori-teori dasar yang relevan, seperti konsep *load balancing*, metode PCC dan ECMP, *Quality of Service (QoS)*, serta ulasan terhadap penelitian terdahulu.

Bab III Metodologi Penelitian, Menguraikan kerangka berpikir, model konseptual, sistematika penyelesaian masalah, teknik pengumpulan data, alasan pemilihan metode, serta rencana jadwal kegiatan penelitian.

Bab IV Implementasi dan Pengujian, Membahas implementasi konfigurasi *load balancing* PCC dan ECMP pada perangkat MikroTik, topologi jaringan, serta skenario pengujian yang dilakukan.

Bab V Hasil dan Analisis, Menyajikan hasil pengujian terhadap parameter QoS (*delay, jitter, packet loss, throughput*), performa *failover*, dan perbandingan antara metode PCC dan ECMP disertai analisis kuantitatif.

Bab VI Kesimpulan dan Saran, Merangkum hasil penelitian, menjawab rumusan masalah, serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.