

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Di era digital saat ini, kebutuhan akan koneksi internet yang stabil dan handal terus meningkat seiring pertumbuhan pengguna dan trafik internet. Banyak perusahaan, institusi, hingga usaha kecil kini menggunakan lebih dari satu *Internet Service Provider* (ISP) secara bersamaan untuk menjaga kualitas layanan internet mereka. Didukung dengan informasi yang diperoleh dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), pada tahun 2024 jumlah pengguna Internet di Indonesia akan melebihi 221 juta orang, atau sekitar 79,5% dari total populasi. Angka ini terus meningkat, yang mencerminkan semakin pentingnya internet sebagai sarana utama untuk mendapatkan informasi terkini dan akses ke sumber daya global. (Haryanto, 2024) Dengan memiliki *multi-ISP*, apabila salah satu koneksi ISP mengalami gangguan hingga terputus, koneksi internet tetap dapat dipertahankan melalui jalur ISP lain. Teknik yang umum diterapkan untuk skenario tersebut adalah *load balancing* dipadukan dengan *failover*, sehingga beban trafik terbagi merata dan kegagalan salah satu jalur tidak sampai mengakibatkan putusnya layanan internet. (Amalia dkk., 2022)

Load balancing sendiri merupakan Teknik yang bertujuan mendistribusikan trafik ke banyak jalur agar penggunaan kapasitas tiap jalur lebih optimal. Dengan mendistribusikan beban ke beberapa jalur jaringan internet secara merata, tidak ada satu jalur pun yang terbebani secara berlebihan, sehingga kinerja jaringan meningkat dan pemanfaatan *bandwidth* menjadi lebih efisien. Penerapan *multi-ISP load balancing* juga meningkatkan reliabilitas jaringan serta dapat menjadi solusi untuk memperoleh *bandwidth* atau *throughput* gabungan yang lebih tinggi tanpa harus meningkatkan kecepatan internet satu koneksi ke kapasitas yang lebih besar. Oleh karena itu, perangkat router yang mendukung *multi-ISP* dan *load balancing* sangat diminati, terutama di lingkungan jaringan skala kecil dan menengah (UKM) yang membutuhkan koneksi andal dengan anggaran terbatas.

Dua perangkat populer dengan kemampuan tersebut adalah MikroTik dan Ruijie Reyee. MikroTik RouterOS sejak lama dikenal mendukung berbagai teknik *load*

balancing multi-ISP, di antaranya metode *Equal Cost Multi Path (ECMP)*. Sementara itu, Ruijie Reyeer melalui seri router Reyeer EG menawarkan fitur *Smart Balancing* yang diklaim sebagai teknologi cerdas untuk manajemen *multi-ISP* secara dinamis. Kedua pendekatan ini memiliki tujuan yang sama dengan membagi trafik di beberapa jalur ISP dan menjaga koneksi saat terjadi gangguan, namun dengan teknik dan algoritma yang berbeda. Untuk itu penting untuk memahami perbedaan keduanya mengingat pemilihan teknik *load balancing* dapat memengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan. (Iqbal dkk., 2024)

Pada router MikroTik, ECMP merupakan metode *load balancing* yang relatif sederhana dengan menggunakan dua atau lebih route berbiaya sama menuju tujuan yang sama. Router akan membagi alokasi koneksi baru secara bergantian ke salah satu *gateway* yang tersedia sehingga lalu lintas *outgoing* terbagi rata di antara dua jalur internet. Dengan kata lain, ECMP menerapkan *load balancing* per koneksi (*persistent per connection*), di mana alur paket dari satu sesi koneksi akan tetap lewat jalur yang sama untuk mencegah *out of order packets*. Jika salah satu *gateway* ISP tidak dapat dijangkau (*loss*), fitur pemeriksaan *gateway (check-gateway)* pada konfigurasi *route* MikroTik akan segera mengeluarkan *gateway* tersebut dari daftar jalur aktif, sehingga trafik otomatis dialihkan ke jalur ISP yang masih tersambung (*failover*). Kemampuan *failover* bawaan ini memastikan koneksi internet dapat berlanjut tanpa putus meskipun salah satu jalur mengalami kegagalan. ECMP umumnya digunakan ketika semua jalur memiliki biaya dan kecepatan yang kurang lebih setara (*equal cost*).

Berbeda dari ECMP yang statis, *Smart Balancing* pada Ruijie Reyeer dirancang lebih dinamis dan pintar. Fitur *Smart Balancing* akan mendistribusikan trafik secara adaptif ke beberapa jalur dengan mempertimbangkan *bandwidth* maksimum tiap jalur, beban trafik aktual yang sedang berjalan, serta prediksi pola trafik ke depan, teknologi ini melakukan empat langkah pintar dengan mengenali jenis aplikasi pada trafik (*Layer 7 application recognition*), menghitung karakteristik trafik tersebut, menganalisis lalu lintas *real time* di setiap jalur, lalu menentukan jalur optimal bagi paket data berdasarkan kapasitas jalur dan kondisi terkini. Dengan demikian, trafik berukuran besar dapat diarahkan ke jalur dengan *bandwidth* besar agar jalur berkapasitas lebih kecil tidak kelebihan beban. *Smart Balancing* juga

memperhitungkan jenis aplikasi, misalnya trafik *latency sensitive* seperti video konferensi agar dialokasikan secara optimal.

Meskipun router MikroTik dan Ruijie Reyee sama-sama menawarkan *multi-ISP load balancing* untuk menjamin ketersediaan internet, pemilihan Teknik *load balancing* masih menjadi tanda tanya praktis. ECMP MikroTik terbilang mudah dipasang, tetapi banyak studi membuktikan metrik QoS (terutama *jitter* dan *packet loss*) dapat menurun ketika pola trafik tidak rata atau kapasitas jalur berbeda signifikan. Di sisi lain, *Smart Balancing* Ruijie Reyee mengklaim mampu menimbang *bandwidth*, mengenali aplikasi (*Layer 7*), dan menyesuaikan rute secara *real time*. Namun, riset akademik yang menguji klaim ini nyaris belum ada. Kondisi tersebut menimbulkan permasalahan: (1) belum ada komparasi empiris antara ECMP dan *Smart Balancing* pada skenario jalur ISP yang setara, (2) belum jelas mana yang lebih cepat pulih saat jalur gagal, serta (3) kurangnya data efek masing-masing metode terhadap parameter QoS (*delay*, *jitter*, *packet loss* dan *throughput*) dalam konteks usaha kecil yang sensitif biaya tetapi menuntut koneksi stabil. Permasalahan inilah yang ingin dijawab penelitian ini, sehingga pelaku UKM dapat menentukan solusi *load balancing* paling andal dan efisien bagi jaringan mereka.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi gap yang telah diuraikan, penelitian ini akan mengkaji permasalahan berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan teknik *load balancing Equal Cost Multi Path* (ECMP) pada perangkat MikroTik dan *Smart Balancing* pada perangkat Ruijie Reyee?
2. Bagaimana keandalan teknik *load balancing Equal Cost Multi Path* (ECMP) pada perangkat MikroTik dan *Smart Balancing* pada perangkat Ruijie Reyee dalam menangani gangguan atau kegagalan pada jalur ISP?
3. Bagaimana pengaruh implementasi *load balancing* terhadap *Quality of Service* (QoS) dalam jaringan, khususnya pada aspek kecepatan, *delay*, *packet loss*, *jitter*, *throughput*, *bandwidth* dan kestabilan koneksi?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan rumusan masalah penelitian yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis dan membandingkan teknik *load balancing Equal Cost Multi Path* (ECMP) pada perangkat MikroTik dan *Smart Balancing* pada perangkat Ruijie Reyee, yang diimplementasikan untuk mengoptimalkan distribusi trafik dan penanganan koneksi pada masing-masing jalur ISP.
2. Mengidentifikasi keandalan teknik *load balancing Equal Cost Multi Path* (ECMP) pada perangkat MikroTik dan *Smart Balancing* pada perangkat Ruijie Reyee dalam menangani gangguan atau kegagalan pada jalur ISP, serta memastikan keberlanjutan koneksi dalam kondisi gangguan atau kegagalan jalur.
3. Menganalisis pengaruh implementasi *load balancing* terhadap *Quality of Service* (QoS) dalam jaringan, khususnya pada aspek kecepatan, *delay*, *packet loss*, *jitter*, *throughput*, *bandwidth* dan kestabilan koneksi untuk memahami dampak implementasi *load balancing* terhadap kualitas jaringan secara keseluruhan.

I.4 Batasan Penelitian

Ada beberapa batasan masalah dalam penelitian, hal ini untuk menjaga fokus dan ruang lingkup yang jelas, sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dengan dua jenis perangkat *load balancing*, yaitu MikroTik RB450Gx4 dan Ruijie Reyee EG- EG 105P.
2. Analisis akan difokuskan pada *load balancing Equal Cost Multi Path* (ECMP) pada perangkat MikroTik dan *Smart Balancing* pada perangkat Ruijie Reyee.
3. Pengujian dilakukan dalam jaringan dengan skenario yang serupa dan kondisi beban yang diatur untuk mensimulasikan situasi nyata, termasuk beban trafik ringan dan berat.
4. Parameter yang digunakan dalam analisis terbatas pada pengukuran kinerja jaringan berdasarkan kualitas layanan *Quality of Service* (QoS).

5. Penelitian ini hanya menggunakan *Internet Service Provider* (ISP) Biznet dan Telkomsel 5G yang dipilih berdasarkan ketersediaan layanan di lokasi penelitian.
6. Penelitian ini tidak membahas *layer* 1 dan *layer* 2 OSI terkait dengan teknologi komunikasi, karena fokus penelitian adalah pada *layer* 3 (*routing*) dan *Layer* 4 (*transport*) yang berhubungan langsung dengan *load balancing* dan pengelolaan trafik jaringan.
7. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan jaringan, baik dalam pengelolaan *load balancing*, perlindungan terhadap data yang melintas dalam jaringan, atau mekanisme keamanan koneksi.
8. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen yang mensimulasikan kondisi jaringan nyata, menggunakan trafik yang terkontrol untuk memastikan data yang dihasilkan dapat dianalisis secara objektif.

I.5 Manfaat Penelitian

Peneliti berharap bahwa studi ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi semua pihak yang terlibat. Dengan menjawab pertanyaan rumusan masalah yang telah ditentukan, studi ini akan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti, dapat mengetahui kinerja *load balancing Equal Cost Multi Path* (ECMP) pada perangkat MikroTik dan *Smart Balancing* pada perangkat Ruijie Reyee.
2. Bagi Peneliti, dapat mengetahui perhitungan parameter dari *Quality of Service* (QoS).
3. Bagi Universitas Telkom, Penelitian ini dapat memberikan wawasan dan rekomendasi mengenai perangkat *load balancing* yang lebih efisien, yang dapat diterapkan dalam infrastruktur jaringan di lingkungan Universitas Telkom.
4. Bagi peneliti lain bermanfaat dalam menjelaskan dan memberikan referensi mengenai teknik *load balancing* dan perangkat yang digunakan, serta dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut di bidang sistem informasi dan infrastruktur jaringan.

I.6 Sistematika Laporan

Penelitian ini disusun dalam enam bab utama dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan sebagai panduan dalam menyusun laporan tugas akhir ini.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi pembahasan mengenai landasan teori yang relevan dengan penelitian, seperti teori *load balancing*, *Equal Cost Multi Path (ECMP)*, *Smart Balancing*, *Quality of Service (QoS)*, serta *Network Development Lifecycle (NDLC)* sebagai kerangka metode pengembangan jaringan. Selain itu, bab ini juga menyajikan beberapa penelitian terdahulu yang mendukung topik pembahasan.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Penjelasan meliputi pendekatan NDLC yang terdiri dari tahapan desain, perencanaan, perancangan, implementasi, pengujian, evaluasi, hingga dokumentasi. Selain itu, dijelaskan juga alat dan bahan penelitian, skenario pengujian, dan parameter evaluasi QoS.

Bab IV Perancangan dan Skenario Pengujian

Bab ini menjelaskan tahapan perancangan topologi jaringan uji coba, konfigurasi teknik *load balancing* pada perangkat MikroTik dan Ruijie Reyee, serta skenario pengujian untuk masing-masing kondisi *active-active*, *active-loss*, dan *loss-active*. Parameter QoS yang diuji meliputi *delay*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*, serta waktu *failover*.

Bab V Hasil dan Analisis

Bab ini menyajikan hasil pengujian dari implementasi kedua metode *load balancing*, baik ECMP maupun *Smart Balancing*. Data hasil pengujian diolah dan

dianalisis untuk melihat perbandingan performa dan keandalan saat gangguan ISP. Analisis dilakukan berdasarkan parameter QoS serta waktu *failover* antar metode.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian, merangkum temuan utama berdasarkan hasil pengujian dan analisis. Selain itu, disampaikan pula saran untuk pengembangan lebih lanjut, seperti pengujian pada skala jaringan yang lebih besar, penggunaan perangkat lain, atau pengembangan sistem *load balancing* berbasis otomatisasi.