

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat pesat menuntut instansi maupun perusahaan untuk menyediakan layanan jaringan yang cepat, stabil, dan dapat diandalkan. Salah satu instansi yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap kestabilan jaringan adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN), khususnya di Unit Pelaksana Teknis (UPT) Cilegon yang berperan sebagai pusat pengelolaan sistem ketenagalistrikan di kawasan industri strategis. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan digitalisasi dalam operasional PLN, pemanfaatan aplikasi korporat seperti *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Human Machine Interface* (HMI), serta sistem *monitoring* berbasis *web* semakin intensif. Kondisi ini menuntut tersedianya manajemen *bandwidth* yang optimal agar seluruh layanan dapat berjalan secara simultan tanpa mengalami degradasi kualitas (Zulfia et al., 2023).

Dalam praktiknya, keterbatasan kapasitas *bandwidth* serta lonjakan trafik dari pengguna internal dan perangkat *monitoring* sering menimbulkan permasalahan jaringan seperti meningkatnya *latency*, *jitter*, dan *packet loss* yang berdampak langsung pada penurunan performa layanan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai metode manajemen trafik jaringan telah dikembangkan dan diimplementasikan, di antaranya metode *Load Balancing* menggunakan *Per Connection Classifier* (PCC) serta *Quality of Service* (QoS) dengan pendekatan *Queue Tree* pada perangkat Mikrotik. Metode *Load Balancing* PCC berfungsi untuk mendistribusikan beban trafik ke beberapa jalur koneksi internet guna mencegah terjadinya *bottleneck*, sedangkan QoS berperan dalam mengatur prioritas trafik berdasarkan jenis layanan agar aplikasi kritikal tidak terganggu oleh trafik yang bersifat non-prioritas (K. T. Nugroho et al., 2023).

Berdasarkan sejumlah penelitian terdahulu, metode *Load Balancing* PCC dengan teknik PCC maupun NTH terbukti mampu meningkatkan kecepatan dan kestabilan koneksi ketika diterapkan pada jaringan dengan dua atau lebih penyedia layanan internet. Di sisi lain, penerapan QoS menunjukkan peningkatan kualitas

jaringan melalui penurunan nilai *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, terutama pada trafik prioritas seperti layanan SCADA, *video conference*, dan VoIP. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa masing-masing metode memiliki keunggulan dan keterbatasan tersendiri, sehingga tidak terdapat satu pendekatan tunggal yang mampu menyelesaikan seluruh permasalahan manajemen *bandwidth* secara komprehensif (Hasanah et al., 2021).

Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan penelitian yang sistematis dan terstruktur untuk membandingkan kinerja metode *Load Balancing* PCC dan QoS *Queue Tree* secara objektif berdasarkan data hasil pengukuran jaringan. Dalam konteks ini, penelitian tidak hanya menuntut implementasi teknis, tetapi juga membutuhkan kerangka metodologis yang mampu mengelola data pengujian secara terarah mulai dari perumusan tujuan, pengumpulan dan penyiapan data, hingga evaluasi dan pemanfaatan hasil. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, penelitian ini mengadopsi metode eksperimen kuantitatif komparatif sebagai kerangka kerja pendukung dalam proses penelitian (Kurniadi et al., 2023).

Metode eksperimen kuantitatif komparatif digunakan untuk memastikan bahwa tahapan penelitian berjalan secara sistematis, dimulai dari pemahaman kebutuhan jaringan dan tujuan penelitian, pengumpulan serta pemahaman data pengukuran kinerja jaringan, penyiapan data hasil pengujian, hingga evaluasi kinerja metode *Load Balancing* PCC dan QoS *Queue Tree* berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Dengan pendekatan ini, analisis perbandingan tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga berbasis data yang terstruktur sehingga hasilnya lebih objektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan metode *Load Balancing* PCC dan QoS *Queue Tree* pada perangkat Mikrotik dalam konteks jaringan internal PLN UPT Cilegon dengan menggunakan pendekatan metode eksperimen kuantitatif komparatif sebagai kerangka analisis. Fokus penelitian diarahkan pada evaluasi performa jaringan berdasarkan parameter kecepatan, stabilitas, kualitas layanan, serta efisiensi pemanfaatan *bandwidth*. Dimana kedepanya diharapkan tiadak ada lagi gangguan jaringan internet ketika digunakan bersamaan dalam satu waktu, koneksi vicon tidak terputus, monitoring cctv dan monitoring peralatan dapat berjalan real time, aplikasi perusahaan dapat

diakses tanpa putus koneksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang akurat bagi pengelola jaringan PLN UPT Cilegon dalam menentukan strategi manajemen trafik yang paling sesuai guna mendukung kelancaran operasional ketenagalistrikan nasional.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa manajemen bandwidth dalam jaringan komputer umumnya dievaluasi menggunakan parameter Quality of Service (QoS) seperti throughput, delay, jitter, dan packet loss sebagai indikator kinerja jaringan (Tanenbaum & Wetherall, 2011; Kurose & Ross, 2017).

Metode Load Balancing, termasuk Per Connection Classifier (PCC), berfokus pada optimalisasi pemanfaatan jalur koneksi melalui distribusi trafik ke beberapa ISP guna menghindari bottleneck dan meningkatkan efisiensi bandwidth (Rahman & Putra, 2020). Sementara itu, metode Quality of Service (QoS) Queue Tree berorientasi pada pengendalian kualitas layanan melalui mekanisme antrian dan prioritas trafik untuk menjaga stabilitas delay dan jitter.

Meskipun kedua metode memiliki tujuan operasional yang berbeda, beberapa penelitian komparatif menyatakan bahwa evaluasi performa jaringan tetap dapat dilakukan menggunakan parameter QoS yang sama, karena yang diukur adalah hasil kinerja jaringan setelah implementasi metode, bukan kesamaan mekanisme internalnya (Nugroho et al., 2023; Amalia et al., 2022).

Namun demikian, penelitian yang secara langsung membandingkan metode Load Balancing PCC dan QoS Queue Tree dalam lingkungan jaringan operasional berbasis multi-ISP masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian komparatif berbasis eksperimen kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja kedua metode dalam kondisi trafik yang sama guna memperoleh rekomendasi yang tepat sesuai kebutuhan jaringan.

observasi awal pada jaringan PLN UPT Cilegon, permasalahan utama yang dihadapi bukan semata-mata keterbatasan kapasitas bandwidth, melainkan ketidakseimbangan distribusi trafik dan penurunan kualitas layanan jaringan ketika digunakan secara simultan oleh banyak pengguna dan aplikasi.

Pada kondisi operasional normal, beberapa aplikasi kritikal seperti video conference, sistem monitoring, dan aplikasi korporat internal sering mengalami peningkatan latency, jitter, serta ketidakstabilan koneksi pada saat trafik jaringan

meningkat. Kondisi ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penumpukan trafik pada satu jalur ISP serta tidak adanya mekanisme pengendalian prioritas layanan yang optimal.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan bandwidth semata tidak cukup untuk menjamin kualitas layanan jaringan. Diperlukan mekanisme manajemen trafik yang mampu mengoptimalkan pemanfaatan jalur koneksi sekaligus menjaga kualitas layanan aplikasi prioritas. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis penerapan metode Load Balancing PCC dan Quality of Service (QoS) Queue Tree sebagai solusi pengelolaan bandwidth dan kualitas layanan jaringan di lingkungan PLN UPT Cilegon.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, penulis mengangkat judul “ANALISIS PERBANDINGAN METODE *LOAD BALANCING PCC (PER CONNECTION CLASSIFIER)* DAN *QUALITY OF SERVICE (QOS) QUEUE TREE* PADA MIKROTIK UNTUK OPTIMALISASI *BANDWIDTH*”. Dengan judul ini, diharapkan dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya, khususnya dalam pengembangan analisis berbasis data dan peramalan (*forecasting*) kebutuhan jaringan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja metode Load Balancing PCC (Per Connection Classifier) pada Mikrotik dalam mengelola dan mengoptimalkan pemanfaatan bandwidth di lingkungan PLN UPT Cilegon?
2. Bagaimana kinerja metode Quality of Service (QoS) Queue Tree pada Mikrotik dalam mengatur prioritas trafik dan menjaga kualitas layanan jaringan di lingkungan PLN UPT Cilegon?
3. Bagaimana kinerja metode Load Balancing PCC (Per Connection Classifier) dan Quality of Service (QoS) Queue Tree jika ditinjau dari parameter delay, jitter, throughput, dan packet loss pada jaringan PLN UPT Cilegon??

4. Bagaimana pengaruh penerapan metode Load Balancing PCC dan Quality of Service (QoS) Queue Tree terhadap kestabilan akses aplikasi korporat di jaringan PLN UPT Cilegon?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja metode Load Balancing PCC (Per Connection Classifier) pada perangkat Mikrotik dalam mengelola dan mengoptimalkan pemanfaatan bandwidth jaringan di lingkungan PLN UPT Cilegon.
2. Menganalisis kinerja metode Quality of Service (QoS) Queue Tree pada perangkat Mikrotik dalam mengatur prioritas trafik serta menjaga kualitas layanan jaringan di lingkungan PLN UPT Cilegon .
3. Membandingkan kinerja metode Load Balancing PCC (Per Connection Classifier) dan Quality of Service (QoS) Queue Tree berdasarkan parameter delay, jitter, throughput, dan packet loss pada jaringan PLN UPT Cilegon.
4. Untuk memberikan rekomendasi metode manajemen *bandwidth* yang paling sesuai untuk diterapkan di jaringan PLN UPT Cilegon .

1.4 Manfaat

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang jaringan komputer, khususnya terkait manajemen bandwidth menggunakan metode *Load Balancing PCC (Per Connection Classifier)* dan *Quality of Service (QoS) Queue Tree*.
2. Menambah referensi ilmiah bagi peneliti dan akademisi yang tertarik dalam kajian pengelolaan trafik jaringan berbasis Mikrotik.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Menjadi panduan teknis bagi pengelola jaringan di lingkungan PLN UPT Cilegon dalam memilih metode manajemen *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan operasional.

2. Memberikan solusi yang aplikatif untuk meningkatkan kinerja jaringan dalam menghadapi beban trafik tinggi dan kebutuhan akses aplikasi korporat secara stabil.
3. Membantu dalam pengambilan keputusan pengelolaan jaringan berbasis data dan hasil pengujian nyata di lapangan.
4. Memberikan informasi dan pemahaman mengenai efektivitas metode *Load Balancing PCC (Per Connection Classifier)* dan QoS dalam pengelolaan bandwidth jaringan Mikrotik.
5. Menjadi acuan teknis bagi pengelola jaringan di lingkungan PLN UPT Cilegon dalam memilih metode manajemen *bandwidth* yang tepat.
6. Mendukung stabilitas dan efisiensi penggunaan *bandwidth* untuk mendukung layanan aplikasi korporat PLN.
7. Memberikan kontribusi akademik bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang jaringan komputer, khususnya pada manajemen bandwidth berbasis Mikrotik.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Penelitian ini difokuskan pada perbandingan dua metode manajemen bandwidth pada perangkat Mikrotik, yaitu Load Balancing PCC (*Per Connection Classifier*) dan *Quality of Service (QoS) Queue Tree*. Studi ini dilakukan pada jaringan komputer di lingkungan PLN UPT Cilegon dengan skenario penggunaan dua jalur ISP dan beberapa perangkat client serta aplikasi internal PLN. Ruang lingkup dari penelitian ini dibatasi pada:

1. Pengujian performa jaringan menggunakan parameter teknis seperti *throughput, delay, jitter, dan packet loss*.
2. Implementasi *Load Balancing PCC (Per Connection Classifier)* menggunakan metode *Per Connection Classifier (PCC)* dan implementasi QoS menggunakan *Queue Tree*.
3. Lingkungan uji terbatas pada jaringan lokal UPT Cilegon dan tidak mencakup pengujian dalam jaringan publik yang lebih luas.
4. Fokus utama pada performa teknis, tidak mencakup aspek keamanan jaringan, enkripsi data, atau konfigurasi *wireless*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang akan diterapkan pada penulisan ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pertama ini, menjelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup masalah dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab kedua ini, menjelaskan mengenai landasan teori yang telah dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya yang berfungsi sebagai acuan yang mendukung penyusunan pada penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ketiga ini, menjelaskan tentang tahapan penelitian, metode penelitian, analisis masalah dan gambaran rancangan analisa metode secara umum dan khusus.

BAB IV HASIL PEMBAHASAN

Pada bab keempat ini, menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Pada bab kelima ini, menjelaskan kesimpulan dari pembahasan pada perancangan awal serta analisa yang diperoleh berdasarkan pengujian yang telah dilakukan. Untuk meningkatkan kualitas dari penelitian yang telah dibuat, diberikan saran untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.