

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan sistem yang menghubungkan dua atau lebih perangkat sehingga perangkat tersebut dapat saling berkomunikasi dan bertukar data. Menurut (Aulia et al., 2023), jaringan komputer berperan penting dalam mendukung berbagai aktivitas digital karena memungkinkan pertukaran informasi secara cepat serta mempermudah proses berbagi sumber daya antar perangkat. Dalam praktiknya, jaringan komputer tidak hanya digunakan untuk menghubungkan komputer saja, tetapi juga berbagai perangkat lain seperti server, laptop, maupun perangkat mobile yang saling terintegrasi dalam satu sistem komunikasi.

Dalam proses komunikasi data, informasi yang dikirimkan melalui jaringan akan dibagi menjadi paket-paket data yang kemudian dikirimkan dari perangkat sumber menuju perangkat tujuan. (Kurose, 2021) menjelaskan bahwa proses komunikasi jaringan diatur oleh protokol yang berfungsi sebagai seperangkat aturan dalam pengiriman dan penerimaan data. Protokol ini memastikan bahwa setiap perangkat yang terhubung dalam jaringan dapat memahami format dan mekanisme pertukaran data yang digunakan.

Untuk mempermudah pemahaman mengenai proses komunikasi tersebut, jaringan komputer biasanya dijelaskan melalui model referensi seperti Open Systems Interconnection (OSI) dan Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP). Kedua model ini membagi proses komunikasi jaringan ke

dalam beberapa lapisan yang memiliki fungsi berbeda, sehingga proses pengelolaan dan analisis jaringan dapat dilakukan secara lebih terstruktur.

Berdasarkan cakupan wilayahnya, jaringan komputer dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu Local Area Network (LAN), Metropolitan Area Network (MAN), dan Wide Area Network (WAN). LAN merupakan jaringan dengan cakupan wilayah terbatas yang umumnya digunakan pada lingkungan seperti sekolah, kampus, atau perkantoran. Sementara itu, MAN memiliki cakupan yang lebih luas dan dapat menghubungkan beberapa jaringan dalam satu wilayah kota. Adapun WAN merupakan jaringan dengan cakupan yang sangat luas yang mampu menghubungkan berbagai jaringan di lokasi yang berbeda, bahkan hingga antar negara.

Pada lingkungan jaringan yang digunakan oleh banyak pengguna secara bersamaan atau multi-user, kinerja jaringan tidak hanya dipengaruhi oleh kapasitas bandwidth yang tersedia, tetapi juga oleh bagaimana lalu lintas data dikelola. (Nasser et al., 2024) menjelaskan bahwa pada layanan berbasis real-time seperti game online, kestabilan jaringan menjadi faktor yang sangat penting karena keterlambatan pengiriman data dapat menyebabkan gangguan pada pengalaman pengguna. Oleh karena itu, pengelolaan jaringan yang baik diperlukan agar kualitas layanan tetap stabil meskipun digunakan oleh banyak pengguna secara bersamaan.

2.2 Manajemen Bandwidth

Manajemen bandwidth merupakan proses pengaturan penggunaan bandwidth

dalam jaringan komputer agar distribusi akses internet dapat berjalan secara merata dan efisien. Dalam jaringan yang digunakan oleh banyak pengguna secara bersamaan, pengelolaan bandwidth menjadi hal yang penting karena tanpa adanya pengaturan yang baik, penggunaan bandwidth cenderung tidak terkontrol dan dapat menyebabkan ketidakseimbangan antar pengguna.

Bandwidth sendiri merupakan kapasitas maksimum suatu jaringan dalam mentransmisikan data dalam satuan waktu tertentu, yang umumnya dinyatakan dalam bit per second (bps). Besarnya bandwidth akan sangat mempengaruhi kecepatan dan kestabilan akses internet yang dirasakan oleh pengguna, terutama pada layanan yang membutuhkan koneksi real-time seperti game online.

Tanpa adanya manajemen bandwidth, penggunaan jaringan oleh banyak pengguna dapat menyebabkan pembagian bandwidth yang tidak merata. Kondisi ini membuat sebagian pengguna dapat menghabiskan kapasitas jaringan, sehingga pengguna lain mengalami penurunan kualitas layanan seperti meningkatnya delay, packet loss, dan koneksi yang tidak stabil (Pratama et al., 2022)

Manajemen bandwidth bertujuan untuk mengatur dan membatasi penggunaan bandwidth agar setiap pengguna mendapatkan alokasi yang sesuai. Dengan pengelolaan yang baik, jaringan dapat tetap stabil meskipun digunakan secara bersamaan oleh banyak pengguna, serta mampu meningkatkan kualitas layanan jaringan atau Quality of Service (QoS).

Dalam implementasinya, manajemen bandwidth biasanya dilakukan menggunakan perangkat router seperti MikroTik. Router ini menyediakan berbagai metode pengaturan bandwidth, salah satunya adalah Simple Queue, yang

digunakan untuk membatasi kecepatan upload dan download berdasarkan parameter tertentu seperti IP Address pengguna. Metode ini banyak digunakan karena konfigurasi yang relatif sederhana dan cukup efektif untuk jaringan skala kecil hingga menengah (Pratama et al., 2022)

Dengan demikian, penerapan manajemen bandwidth menjadi salah satu langkah penting dalam menjaga kestabilan jaringan, terutama pada penggunaan yang bersifat sensitif terhadap keterlambatan seperti game online.

2.3 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan konsep dalam jaringan komputer yang digunakan untuk mengukur, mengelola, dan meningkatkan kualitas layanan jaringan berdasarkan parameter performa tertentu. QoS memungkinkan administrator jaringan untuk memprioritaskan lalu lintas data sehingga layanan yang berjalan di jaringan dapat memperoleh performa yang sesuai dengan kebutuhannya (Nurnaningsih et al., 2022)

QoS menjadi penting terutama pada jaringan yang melayani aplikasi berbasis real-time, seperti video conference, Voice over IP (VoIP), dan game online. Pada layanan tersebut, kualitas jaringan tidak hanya ditentukan oleh kecepatan transfer data, tetapi juga oleh kestabilan serta keandalan dalam proses pengiriman paket data.

2.3.1 Parameter Quality of Service

Parameter Quality of Service digunakan untuk mengukur kinerja jaringan berdasarkan karakteristik pengiriman data. Secara umum, parameter QoS meliputi

throughput, delay, jitter, dan packet loss. Keempat parameter ini saling berkaitan dan digunakan untuk menggambarkan kualitas layanan jaringan secara menyeluruh. Rumus perhitungan parameter QoS pada penelitian ini mengacu pada (Irfan et al., 2025).

1. Delay

Delay merupakan waktu tunda yang dibutuhkan paket data untuk berpindah dari sumber ke tujuan, yang biasanya diukur dalam satuan milidetik (ms). Nilai delay yang rendah menunjukkan bahwa jaringan memiliki respons yang cepat dan stabil.

Rumus delay dapat dihitung sebagai berikut:

$$Delay = Time_n - Time_{(n-1)}$$

$$Rata - rata\ Delay = \frac{Total\ Delay}{Jumlah\ Paket}$$

Keterangan:

- a) Total Delay = total waktu tunda (ms)
- b) Jumlah Paket = total paket yang diterima
- c) $Time_n$ = waktu paket

2. Jitter

Jitter adalah variasi waktu tunda antar paket data yang diterima. Nilai jitter yang tinggi menunjukkan adanya ketidakteraturan dalam pengiriman data, yang dapat mengganggu kestabilan layanan jaringan.

$$Jitter = \frac{\sum |delay_i - delay_{i-1}|}{jumlah\ paket}$$

Keterangan:

- a) delay_i = delay paket ke-i
- b) $\text{delay}_{\{i-1\}}$ = delay paket sebelumnya
- c) jumlah paket = total paket yang diterima

3. Packet Loss

Packet loss merupakan persentase paket data yang gagal sampai ke tujuan selama proses transmisi. Hal ini biasanya terjadi akibat kemacetan jaringan atau keterbatasan bandwidth. Semakin besar nilai packet loss, maka semakin buruk kualitas jaringan.

$$\text{Packet loss (\%)} = \frac{\text{Paket dikirim} - \text{paket diterima}}{\text{paket dikirim}} \times 100\%$$

Keterangan:

- a) Paket Dikirim = jumlah seluruh paket yang dikirimkan
- b) Paket Diterima = jumlah paket yang berhasil diterima di tujuan

4. Throughput

Throughput adalah jumlah data yang berhasil ditransmisikan dalam satuan waktu tertentu, biasanya dalam bit per second (bps). Nilai throughput mencerminkan seberapa efektif bandwidth yang tersedia dapat dimanfaatkan.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Total data}}{\text{waktu}}$$

Keterangan:

a) Total Data = jumlah data yang diterima (bit)

b) Waktu = durasi pengiriman (detik)

Keempat parameter tersebut digunakan sebagai indikator utama dalam mengevaluasi kualitas jaringan.

2.4 Router MikroTik

MikroTik merupakan salah satu perangkat jaringan yang banyak digunakan untuk mengelola lalu lintas data dalam jaringan komputer. MikroTik dikembangkan oleh perusahaan yang berbasis di Latvia dan awalnya dikenal sebagai sistem operasi router berbasis Linux yang disebut RouterOS. Seiring perkembangannya, MikroTik tidak hanya menyediakan sistem operasi, tetapi juga perangkat keras (hardware) berupa RouterBoard yang dapat digunakan pada berbagai skala jaringan (Rahman et al., 2024)

Router MikroTik memiliki peran penting dalam menghubungkan beberapa jaringan serta mengatur proses pertukaran data antar perangkat. Dalam sebuah jaringan, MikroTik dapat berfungsi sebagai gateway yang menghubungkan jaringan lokal dengan internet, sekaligus mengatur aliran trafik data agar berjalan lebih terkontrol.

Selain itu, MikroTik juga menyediakan berbagai fitur yang mendukung pengelolaan jaringan, seperti pengaturan alamat IP, routing, firewall, serta monitoring jaringan. Fitur-fitur tersebut memungkinkan administrator jaringan untuk melakukan pengawasan dan pengendalian terhadap aktivitas jaringan secara lebih efektif (Rahman et al., 2024).

Dalam implementasinya, MikroTik juga sering digunakan untuk mengatur distribusi bandwidth agar penggunaan jaringan dapat lebih merata, terutama pada kondisi multi-user. Dengan pengelolaan yang baik, kinerja jaringan dapat tetap stabil meskipun digunakan oleh banyak pengguna secara bersamaan. Dengan demikian, MikroTik menjadi salah satu solusi yang cukup efektif dalam pengelolaan jaringan komputer karena fleksibel, mudah dikonfigurasi, serta memiliki fitur yang cukup lengkap untuk mendukung kebutuhan jaringan.

2.5 Firewall pada MikroTik

Firewall merupakan mekanisme keamanan jaringan yang digunakan untuk mengontrol lalu lintas data yang masuk dan keluar berdasarkan aturan tertentu. Dengan adanya firewall, administrator jaringan dapat menentukan paket data mana yang diizinkan maupun ditolak sehingga jaringan dapat terlindungi dari akses yang tidak sah. Selain itu, firewall juga berperan dalam melakukan penyaringan trafik agar penggunaan jaringan menjadi lebih terkontrol dan aman (MikroTik, 2026).

Pada Router MikroTik, firewall tidak hanya digunakan sebagai sistem keamanan, tetapi juga sebagai alat untuk mengelola lalu lintas jaringan. Firewall mampu memproses paket data berdasarkan parameter seperti alamat IP, port, protokol, serta status koneksi, sehingga administrator dapat mengatur akses pengguna sekaligus menjaga kestabilan jaringan. Dalam implementasinya, firewall juga dapat dimanfaatkan untuk membatasi jenis trafik tertentu sehingga hanya layanan yang diizinkan saja yang dapat berjalan pada jaringan.

2.5.1 Konsep Firewall

Konsep dasar firewall adalah melakukan penyaringan (filtering) terhadap paket data yang melewati jaringan. Setiap paket akan diperiksa berdasarkan aturan yang telah ditentukan, di mana paket yang sesuai akan diizinkan, sedangkan yang tidak sesuai akan diblokir. Mekanisme ini memungkinkan firewall berfungsi sebagai lapisan perlindungan dalam menjaga keamanan jaringan serta mencegah akses yang tidak diinginkan.

Selain itu, firewall modern dilengkapi dengan mekanisme connection tracking yang mampu mengenali status koneksi seperti new, established, dan related. Dengan adanya mekanisme ini, firewall dapat mengelola lalu lintas jaringan secara lebih efisien karena setiap koneksi dapat diproses sesuai dengan kondisi dan kebutuhannya (MikroTik, 2026).

2.5.2 Komponen Firewall MikroTik

Firewall pada MikroTik terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi dalam mengelola lalu lintas jaringan. Salah satu komponen utama adalah filter rules yang digunakan untuk menentukan apakah suatu paket data diizinkan atau ditolak berdasarkan parameter tertentu seperti IP address, port, dan protokol. Selain itu, terdapat fitur address list yang berfungsi untuk mengelompokkan alamat IP sehingga memudahkan pengelolaan aturan firewall.

MikroTik juga menyediakan fitur mangle yang digunakan untuk menandai paket atau koneksi sebagai dasar pengelolaan lanjutan, seperti manajemen bandwidth. Komponen lain yang penting adalah raw firewall, yaitu fitur yang

bekerja sebelum proses connection tracking, sehingga memungkinkan pemrosesan paket dilakukan lebih awal dan lebih efisien. Dengan demikian, firewall pada MikroTik tidak hanya berfungsi sebagai sistem keamanan, tetapi juga sebagai bagian dari pengelolaan jaringan agar lebih stabil dan optimal.

2.6 Simple Queue

Simple Queue merupakan salah satu metode manajemen bandwidth pada MikroTik yang digunakan untuk mengatur dan membatasi kecepatan akses jaringan berdasarkan parameter tertentu, seperti alamat IP atau interface. Metode ini banyak digunakan karena konfigurasi yang relatif sederhana serta mampu mengatur bandwidth untuk kebutuhan jaringan skala kecil hingga menengah (MikroTik, 2026)

Dalam penerapannya, Simple Queue memungkinkan administrator jaringan untuk mengatur kecepatan upload dan download secara terpisah maupun bersamaan. Pengaturan ini dilakukan dengan menentukan batas maksimal bandwidth (max-limit) serta jaminan minimum bandwidth (limit-at) yang akan diterima oleh setiap pengguna. Dengan adanya pembatasan ini, penggunaan bandwidth dapat menjadi lebih terkontrol dan tidak didominasi oleh pengguna tertentu (MikroTik, 2026).

Selain itu, Simple Queue juga mendukung pengaturan prioritas trafik, sehingga layanan yang dianggap lebih penting dapat memperoleh alokasi bandwidth yang lebih besar dibandingkan trafik lainnya. Fitur ini sangat berguna dalam menjaga kestabilan jaringan, terutama pada kondisi multi-user di mana banyak pengguna mengakses jaringan secara bersamaan. Penerapan metode ini

juga dapat meningkatkan pemerataan bandwidth serta menjaga kualitas layanan jaringan (Anwar, 2022). Dengan demikian, Simple Queue dapat digunakan sebagai salah satu metode dalam manajemen bandwidth karena mampu mengatur distribusi bandwidth secara lebih terstruktur serta mendukung peningkatan kualitas layanan jaringan.

2.7 Per Connection Queue (PCQ)

Per Connection Queue (PCQ) merupakan salah satu metode manajemen bandwidth pada MikroTik yang digunakan untuk membagi bandwidth secara otomatis kepada setiap pengguna dalam jaringan. PCQ bekerja dengan cara membuat sub-queue berdasarkan koneksi yang aktif, sehingga setiap pengguna memperoleh alokasi bandwidth yang relatif seimbang tanpa perlu dilakukan pengaturan satu per satu secara manual (MikroTik, 2026)

Berbeda dengan Simple Queue yang bersifat statis, PCQ lebih bersifat dinamis karena pembagian bandwidth akan menyesuaikan jumlah pengguna yang sedang aktif. Jika hanya terdapat satu pengguna yang aktif, maka pengguna tersebut dapat menggunakan bandwidth secara maksimal. Namun, ketika terdapat beberapa pengguna yang aktif secara bersamaan, bandwidth akan dibagi secara otomatis dan merata kepada seluruh pengguna (MikroTik, 2026)

Dalam implementasinya, PCQ digunakan sebagai queue type pada sistem queue MikroTik. PCQ bekerja dengan memanfaatkan parameter classifier yang berfungsi untuk menentukan dasar pembagian trafik, seperti berdasarkan alamat IP sumber (src-address) atau alamat IP tujuan (dst-address). Dengan mekanisme ini, distribusi bandwidth dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan sesuai

dengan kondisi trafik jaringan.

PCQ umumnya digunakan pada jaringan dengan banyak pengguna (multi-user) karena mampu membantu pemerataan penggunaan bandwidth serta mengurangi kemungkinan adanya pengguna yang mendominasi koneksi jaringan. Dengan demikian, PCQ merupakan salah satu metode yang efektif dalam manajemen bandwidth karena mampu mendistribusikan trafik secara otomatis, adil, dan menyesuaikan kondisi penggunaan jaringan.

2.8 Pengolahan Trafik pada Router MikroTik

Dalam proses kerja jaringan, setiap paket data yang melewati router tidak langsung diteruskan begitu saja, melainkan melalui beberapa tahapan pemrosesan terlebih dahulu. Pada Router MikroTik, paket data diproses melalui beberapa fitur firewall seperti raw, connection tracking, mangle, dan filter rules yang bekerja dalam tahapan pemrosesan paket jaringan. Setiap fitur memiliki fungsi berbeda dalam mengelola, menandai, maupun memfilter lalu lintas data sesuai kebijakan jaringan yang diterapkan (MikroTik, 2026)

Tahap raw merupakan proses awal yang digunakan untuk menyaring paket sebelum masuk ke connection tracking. Tahapan ini membantu mengurangi beban kerja router karena tidak semua trafik perlu dianalisis lebih lanjut. Setelah itu, connection tracking akan mengelompokkan paket berdasarkan status koneksi seperti new, established, dan related, sehingga router dapat memahami hubungan antar paket dalam satu sesi komunikasi (MikroTik, 2026)

Selanjutnya, pada tahap mangle, paket dapat diberi penandaan (marking) berdasarkan parameter tertentu seperti alamat IP, port, atau jenis protokol.

Penandaan ini kemudian dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan lanjutan, termasuk dalam pengaturan dan pengelolaan bandwidth. Tahap terakhir adalah filter rules yang berfungsi untuk menentukan tindakan terhadap suatu paket, apakah akan diizinkan, ditolak, atau diblokir sesuai dengan kebijakan jaringan yang diterapkan.

Secara keseluruhan, alur pemrosesan tersebut memungkinkan MikroTik untuk mengelola trafik jaringan secara lebih terstruktur, sehingga pengendalian lalu lintas data dapat dilakukan dengan lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan sistem jaringan.

2.9 Mobile Legends: Bang Bang

Mobile Legends: Bang Bang merupakan game online bergenre MOBA (Multiplayer Online Battle Arena) yang dikembangkan dan dipublikasikan oleh Moonton. Game ini umumnya dimainkan melalui perangkat smartphone berbasis Android maupun iOS, namun juga dapat dijalankan pada perangkat desktop melalui emulator atau platform tertentu. Dalam permainan ini, pemain dibagi ke dalam dua tim yang masing-masing terdiri dari lima orang dan saling bertanding secara real-time. Setiap pemain menggunakan hero dengan kemampuan dan peran yang berbeda-beda sesuai strategi permainan. Tujuan utama dari permainan ini adalah menghancurkan base atau markas utama lawan untuk memenangkan pertandingan (Putra et al., 2023). Mobile Legends merupakan game online yang membutuhkan kualitas jaringan yang stabil dan latensi yang rendah untuk pengalaman bermain yang optimal (Nasser et al., 2024). Ketidakstabilan jaringan menyebabkan lag dan keterlambatan yang mempengaruhi respons permainan.

Dibandingkan dengan game online lainnya, Mobile Legends termasuk game yang membutuhkan konsumsi bandwidth relatif rendah. Berdasarkan hasil penelitian (Igirisa et al., 2022) kebutuhan bandwidth Mobile Legends hanya sebesar 8,71 kb/s untuk download dan 5,69 kb/s untuk upload, jauh lebih rendah dibandingkan game PUBG yang membutuhkan 29,43 kb/s dan Free Fire sebesar 12,28 kb/s. Hal ini disebabkan karena data yang dikirimkan selama permainan berlangsung bersifat ringan, yaitu berupa informasi posisi karakter, status permainan, dan perintah antar pemain, bukan streaming video atau transfer file berukuran besar.

Dengan kebutuhan bandwidth yang rendah tersebut, faktor yang lebih krusial dalam menentukan kualitas permainan Mobile Legends bukanlah besarnya throughput, melainkan kestabilan koneksi yang ditunjukkan melalui nilai delay, jitter, dan packet loss yang rendah. Oleh karena itu, pengelolaan jaringan yang baik menjadi sangat penting agar koneksi tetap stabil meskipun dimainkan oleh banyak pengguna secara bersamaan.

2.10 Penelitian terdahulu

Penelitian terkait manajemen bandwidth pada jaringan komputer khususnya menggunakan perangkat MikroTik, telah banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan. Salah satu metode yang cukup sering digunakan adalah Per Connection Queue (PCQ), yang berfungsi untuk membagi bandwidth secara otomatis dan merata kepada setiap pengguna berdasarkan koneksi aktif.

Penelitian oleh (Nendi & Putra, 2023) mengkaji penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ pada jaringan di lingkungan perumahan

Puri Permata Harmoni 2. Dalam implementasinya, Simple Queue digunakan sebagai media pengaturan, sementara PCQ berfungsi membagi bandwidth secara otomatis kepada setiap pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembagian bandwidth menjadi lebih merata, yang berdampak pada peningkatan kualitas jaringan. Hal ini juga terlihat dari hasil survei, di mana sebelum penerapan sebagian besar pengguna menilai kondisi jaringan kurang baik, sedangkan setelah implementasi mayoritas pengguna merasakan peningkatan kualitas layanan.

Selanjutnya, penelitian oleh (Linna et al., 2022) mengimplementasikan kombinasi manajemen bandwidth menggunakan PCQ serta pembatasan akses menggunakan firewall pada jaringan sekolah. Dalam penelitian tersebut, firewall digunakan untuk membatasi akses terhadap layanan tertentu seperti streaming dan game, sehingga trafik jaringan menjadi lebih terkontrol. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kualitas layanan jaringan yang signifikan, ditandai dengan peningkatan throughput dari 4,39% menjadi 84,99%, penurunan delay dari 462,52 ms menjadi 146,87 ms, serta packet loss yang turun hingga 0%.

Selain itu, beberapa penelitian juga membahas peran firewall dalam melakukan filtering trafik jaringan pada perangkat MikroTik. Firewall dapat dikonfigurasi menggunakan fitur filter rule yang dikombinasikan dengan metode seperti Raw dan Layer 7 Protocol untuk mengatur lalu lintas data yang melewati jaringan. Metode Raw digunakan untuk memproses paket sebelum tahap connection tracking sehingga dapat mengurangi beban kinerja router, sedangkan Layer 7 Protocol berfungsi melakukan filtering berdasarkan jenis aplikasi atau

konten yang diakses. Dengan pendekatan ini, administrator jaringan dapat membatasi akses ke situs atau layanan tertentu secara lebih spesifik, meskipun penggunaan Layer 7 Protocol memiliki kelemahan karena dapat meningkatkan penggunaan sumber daya router (Syahputri et al., 2023). Pendekatan ini berbeda dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini, yang lebih menekankan pada pembatasan akses berbasis port TCP/UDP.

Namun, berdasarkan beberapa penelitian tersebut, sebagian besar masih berfokus pada penggunaan PCQ untuk pemerataan bandwidth atau firewall untuk pembatasan akses secara umum. Belum banyak penelitian yang secara spesifik menggabungkan metode PCQ dengan filtering firewall yang membatasi akses hanya pada satu aplikasi tertentu, seperti game online.

Oleh karena itu, penelitian ini mencoba mengisi kekosongan tersebut dengan menggabungkan metode PCQ dan firewall filtering pada MikroTik, yang dikonfigurasi secara khusus untuk membatasi akses jaringan hanya pada aplikasi Mobile Legends. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan manajemen jaringan yang lebih terarah, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan penggunaan pada skenario tertentu.