

ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* (QoS) JARINGAN *WIRELESS* DENGAN PENERAPAN PCQ (STUDI KASUS: KANTOR KECAMATAN KEMANG)

Muhammad Hafizh Ridwan, Arip Solehudin, Chaerur Rozikin

Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. H.S. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

1910631170107@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Di era digital, peran jaringan *wireless* semakin penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk di sektor pemerintahan. Kantor Kecamatan Kemang, Kabupaten Bogor, memanfaatkan internet untuk digitalisasi layanan publik dan integrasi aplikasi. Namun, kendala seperti gangguan jaringan, lambatnya koneksi, dan manajemen *bandwidth* yang belum optimal masih menjadi tantangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan *Quality of Service* (QoS) pada jaringan *wireless* di Kantor Kecamatan Kemang dengan menerapkan metode *Peer Connection Queue* (PCQ). Metode PCQ digunakan untuk meratakan alokasi *bandwidth* kepada client yang terhubung ke jaringan, serta mengoptimalkan pengalaman pengguna. Penelitian ini menggunakan metode *Action Research* dengan tahapan diagnosa, rencana tindakan, tindakan, evaluasi, dan pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam parameter QoS seperti *bandwidth*, *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* yang sesuai dengan standar TIPHON. Total *bandwidth* meningkat dari 37,71Mbps menjadi 47,79Mbps, *throughput* dari 1,68% menjadi 19,85%, *delay* dari 159ms menjadi 19ms, *jitter* dari 1,05ms menjadi 19,62ms, dan *packet loss* dari 5% menjadi 1%. Penerapan PCQ secara efektif meningkatkan QoS di jaringan *wireless* Kantor Kecamatan Kemang.

Kata kunci: *Action Research*, *Jaringan Wireless*, *Peer Connection Queue (PCQ)*, *Quality of Service (QoS)*, TIPHON

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat dalam teknologi informasi, khususnya di bidang internet, menjadi kebutuhan mendesak dalam berbagai aspek kehidupan. Perpres 82 tahun 2022 tentang Perlindungan IIV menegaskan peran internet dalam sektor seperti Administrasi Pemerintahan, Energi, Transportasi, Keuangan, Kesehatan, dan lainnya. Kebutuhan akan data dan akses cepat melintasi berbagai sektor, memberikan manfaat signifikan terutama dalam bisnis dan instansi pemerintah [1].

Data pengguna internet di Indonesia dari tahun 2015 hingga 2022-2023 menunjukkan peningkatan yang signifikan. Pemanfaatan internet di organisasi pemerintahan, seperti Kantor Kecamatan Kemang di Kabupaten Bogor, telah memberikan keuntungan melalui digitalisasi layanan publik dan integrasi aplikasi.

Meskipun demikian, kendala seperti gangguan jaringan, lambatnya koneksi, dan gangguan lainnya masih menjadi tantangan. Faktor-faktor seperti gangguan server, letak geografis, dan manajemen *bandwidth* yang belum optimal menjadi penyebab utama gangguan di Kantor Kecamatan Kemang. Manajemen *bandwidth* merupakan teknik pengelolaan jaringan yang bertujuan untuk memberikan performa jaringan yang adil dan memuaskan [2]. Tanpa adanya pengaturan manajemen *bandwidth* di sebuah jaringan, membuat banyak pengguna yang menggunakan *bandwidth* secara tidak beraturan menyebabkan pengguna lain tidak mendapatkan kecepatan akses internet secara adil [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut melalui penerapan *Quality of Service* (QoS) dengan fokus pada jaringan *wireless* di Kantor Kecamatan Kemang. *Quality of Service* merupakan metode pengukuran mengenai seberapa baik sebuah jaringan dan suatu upaya untuk mendefinisikan karakteristik dari layanan jaringan internet tersebut [4]. Manajemen *bandwidth* dengan penerapan *Peer Connection Queue* (PCQ) juga akan diimplementasikan pada penelitian ini untuk dilihat pengaruhnya terhadap kualitas layanan jaringan internet di kantor kecamatan kemang kabupaten bogor. Manajemen *bandwidth* sangat dibutuhkan agar *bandwidth* dapat dibagi sesuai kebutuhan *client* yang terhubung pada koneksi jaringan yang sama [5].

Penelitian sebelumnya mengenai *quality of services* pernah dilakukan oleh Rudi Wildantoro lesmana, dengan parameter QoS pada jaringan lab komputer MAN 3 Karawang, diketahui bahwa secara keseluruhan semua hasil menunjukkan standar kualitas jaringan internet yang kurang baik menurut standar TIPHON [6]. Standar QoS menurut TIPHON, yaitu TR.101329.V2.1.1.1999-06 yang dikeluarkan oleh ETSI terdiri dari beberapa parameter, diantaranya *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*[7].

Penelitian tentang penerapan PCQ pernah dilakukan oleh Robby Faishal Bari yang berjudul "Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan Internet Berbasis *Wireless Local Area Network* Pada Layanan Indihome (Studi Kasus Kedai Kopi)". Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penerapan manajemen *bandwidth* yang diterapkan pada jaringan internet

WLAN kedai kopi menunjukkan nilai rata – rata *packet loss*, *delay* dan *jitter* masuk kategori sangat bagus [8]. Penelitian mengenai penerapan metode PCQ juga dilakukan oleh Subektiningsih yang hasilnya menunjukkan terjadi peningkatan kategori dari beberapa parameter yang diukur seperti *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* dibandingkan sebelum adanya penerapan metode PCQ [9].

Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan sebelumnya, maka penelitian ini akan mengangkat judul “Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan *Wireless* Dengan Penerapan PCQ di Kantor Kecamatan Kemang”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jaringan *Wireless*

Jaringan Komputer *Wireless* merupakan studi tentang jaringan nirkabel yang melibatkan penggunaan gelombang radio daripada kabel untuk komunikasi sistem komputer. Baik jaringan komputer jarak pendek (beberapa meter, menggunakan perangkat/pemancar *Bluetooth*) maupun jarak jauh (melalui satelit) sering menggunakan jaringan nirkabel ini. Industri ini terkait erat dengan teknik komputer, teknologi informasi, dan telekomunikasi. Jaringan area lokal nirkabel (LAN/WLAN Nirkabel) dan Wi-Fi adalah dua jenis jaringan umum yang termasuk dalam kategori jaringan nirkabel ini. Jaringan nirkabel sering menggunakan gelombang radio, gelombang mikro, atau sinar infra merah sebagai sarana untuk menghubungkan satu sistem komputer ke sistem komputer lainnya secara nirkabel [10].

2.2. *Quality of Service* (QoS)

Secara umum, *Quality of Service* (QoS) merupakan standar kualitas koneksi dalam jaringan, yang memastikan transmisi data dari pengirim ke tujuan berlangsung tanpa gangguan dan menghasilkan koneksi berkualitas tinggi. Parameter yang disebut QoS berkaitan dengan evaluasi layanan lalu lintas jaringan yang didapatkan pelanggan dan *server*. Jika parameter QoS dapat dikelola, kualitas lalu lintas jaringan dianggap sangat baik [11].

a. Parameter *QoS*

Menurut [12] terdapat beberapa parameter QoS, diantaranya:

a. *Bandwidth*

Bandwidth dijadikan sebagai kecepatan per satuan waktu. *Bandwidth* bisa juga diartikan dengan jumlah konsumsi trafik paket data dalam waktu tertentu, dinyatakan dalam satuan *bit per second* (*bps*) [13].

b. *Throughput*

Throughput adalah volume data yang diproses dalam jangka waktu tertentu atau volume data yang dikirimkan oleh jaringan. *Throughput* dirumuskan dengan [11]:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Besar ukuran paket data}}{\text{Lama pengamatan}} \quad (1)$$

Rumus di atas dijelaskan sebagai berikut:

- a. Besar ukuran paket data: Merupakan total volume data yang diproses atau ditransfer. Satuannya berupa bit.
- b. Lama pengamatan: Merupakan periode waktu di mana *throughput* diukur. Satuannya berupa detik.

c. *Delay*

Waktu yang diperlukan untuk mentransfer data dari terminal sumber ke terminal tujuan, atau waktu antara paket data yang dikirim dan paket data jawaban yang diterima, dikenal sebagai *delay*. *Delay* dirumuskan dengan [11]:

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket data yang diterima}} \quad (2)$$

Rumus di atas dijelaskan sebagai berikut:

- a. Total *delay*: Merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk mentransfer semua paket data dari terminal sumber ke terminal tujuan. Satuannya bisa berupa detik
- b. Total paket data yang diterima: Merupakan jumlah total paket data yang berhasil diterima di terminal tujuan.

d. *Jitter*

Ketika sebuah paket datang ke penerima pada waktu yang berbeda, ia akan mengalami *jitter*, yang merupakan fluktuasi penundaan. *Jitter* erat kaitannya dengan *delay*. *Jitter* dirumuskan dengan [11]:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay} - \text{Average}}{\text{Total paket}} \quad (3)$$

Rumus di atas dijelaskan sebagai berikut:

- a. Total variasi *delay*: Merupakan total selisih waktu tunda antar paket data. Dihitung dengan menjumlahkan selisih waktu tunda antar semua paket data.
- b. *Average*: Merupakan rata-rata waktu tunda semua paket data. Dihitung dengan menjumlahkan waktu tunda semua paket data dan membaginya dengan jumlah paket data.
- c. Total paket: Merupakan jumlah total paket data yang ditransmisikan.

e. *Packet loss*

Packet loss merupakan fenomena yang terjadi karena lalu lintas jaringan yang berat yang perlu dilayani, kemacetan transmisi paket menyebabkan volume data yang besar tidak dapat ditransfer. *Packet loss* dirumuskan dengan [11]:

$$\text{Packet loss} = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterir}}{\text{Total paket data dikirim}} \quad (4)$$

Rumus di atas dijelaskan sebagai berikut:

- a. Paket data dikirim: Merupakan jumlah total paket data yang dikirim dari terminal sumber.

- b. Paket data diterima: Merupakan jumlah total paket data yang berhasil diterima di terminal tujuan.
- c. Total paket data dikirim: Merupakan jumlah total paket data yang ditransmisikan.

f. Standarisasi pada QoS

Institut Standar Telekomunikasi Eropa telah merilis standar penilaian parameter QoS yang disebut TIPHON [14]. Standar QoS menurut TIPHON, yaitu TR.101329.V2.1.1.1999-06 yang dikeluarkan oleh ETSI nilai QoS dapat dilihat sebagai berikut [7]:

Tabel 1. Standar TIPHON untuk parameter *throughput*

Kategori	Throughput (%)	Indeks
Sangat Bagus	76% - 100%	4
Bagus	51% - 75%	3
Sedang	25% - 50%	2
Jelek	<25%	1

(Sumber: *Tiphon, 1999*)

Penjelasan kategori *throughput* sebagai berikut:

- a. Sangat Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *throughput* sistem sangat tinggi, memungkinkan transfer data yang cepat dan responsif.
- b. Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *throughput* sistem cukup tinggi, memungkinkan transfer data yang lancar dan andal.
- c. Sedang: Kategori ini menunjukkan bahwa *throughput* sistem rata-rata, memungkinkan transfer data yang memadai untuk sebagian besar tugas.
- d. Jelek: Kategori ini menunjukkan bahwa *throughput* sistem rendah, menyebabkan transfer data yang lambat dan tidak responsif.

Indeks yang diberikan untuk setiap kategori membantu dalam membandingkan nilai *throughput* secara numerik. Indeks yang lebih tinggi menunjukkan *throughput* yang lebih baik.

Tabel 2. Standar TIPHON untuk parameter *delay*

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 - 300 ms	3
Sedang	300 - 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

(Sumber: *Tiphon, 1999*)

Penjelasan kategori *delay* sebagai berikut:

- a. Sangat Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *delay* sistem sangat rendah, memungkinkan transfer data yang cepat dan responsif.
- b. Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *delay* sistem cukup rendah, memungkinkan transfer data yang lancar dan andal.
- c. Sedang: Kategori ini menunjukkan bahwa *delay* sistem rata-rata, memungkinkan transfer data yang memadai untuk sebagian besar tugas.

- d. Jelek: Kategori ini menunjukkan bahwa *delay* sistem tinggi, menyebabkan transfer data yang lambat dan tidak responsif.

Indeks yang diberikan untuk setiap kategori membantu dalam membandingkan nilai *delay* secara numerik. Indeks yang lebih tinggi menunjukkan *delay* yang lebih rendah.

Tabel 3. Standar TIPHON untuk parameter *jitter*

Kategori	Jitter (%)	Indeks
Sangat Bagus	0 - 75 ms	4
Bagus	75 - 125 ms	3
Sedang	125 - 225 ms	2
Jelek	>255 ms	1

(Sumber: *Tiphon, 1999*)

Penjelasan kategori *jitter* sebagai berikut:

- a. Sangat Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *jitter* sistem sangat rendah, memungkinkan transfer data yang stabil dan andal.
- b. Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *jitter* sistem cukup rendah, memungkinkan transfer data yang relatif stabil.
- c. Sedang: Kategori ini menunjukkan bahwa *jitter* sistem rata-rata, memungkinkan transfer data yang memadai untuk sebagian besar tugas.
- d. Jelek: Kategori ini menunjukkan bahwa *jitter* sistem tinggi, menyebabkan fluktuasi waktu tunda yang besar dan dapat mengganggu kualitas layanan.

Indeks yang diberikan untuk setiap kategori membantu dalam membandingkan nilai *jitter* secara numerik. Indeks yang lebih tinggi menunjukkan *jitter* yang lebih rendah.

Tabel 4. Standar TIPHON untuk parameter *packet loss*

Kategori	Packet loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0 - 2 ms	4
Bagus	3 - 14%	3
Sedang	15 - 24%	2
Jelek	>25%	1

(Sumber: *Tiphon, 1999*)

Penjelasan kategori *packet loss* sebagai berikut:

- a. Sangat Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *packet loss* sistem sangat rendah, memungkinkan transfer data yang andal dan minim gangguan.
- b. Bagus: Kategori ini menunjukkan bahwa *packet loss* sistem cukup rendah, memungkinkan transfer data yang relatif andal dengan kemungkinan gangguan yang kecil.
- c. Sedang: Kategori ini menunjukkan bahwa *packet loss* sistem rata-rata, memungkinkan transfer data yang memadai untuk sebagian besar tugas, namun dengan potensi gangguan yang lebih besar.
- d. Jelek: Kategori ini menunjukkan bahwa *packet loss* sistem tinggi, menyebabkan banyak paket data hilang dan dapat berakibat pada gangguan

yang signifikan pada layanan, seperti video yang terputus-putus atau panggilan suara yang terputus.

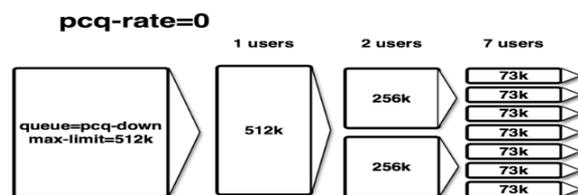
Indeks yang diberikan untuk setiap kategori membantu dalam membandingkan nilai *packet loss* secara numerik. Indeks yang lebih tinggi menunjukkan *packet loss* yang lebih rendah.

2.3. Manajemen Bandwidth

Manajemen *bandwidth* merupakan proses pengelolaan lalu lintas jaringan untuk menghindari penggunaan yang berlebih dari kapasitas *network link* yang dapat mengakibatkan kemacetan pada jaringan dengan kinerja yang buruk. Manajemen *bandwidth* memberikan kemampuan untuk mengatur *bandwidth* jaringan dan memberikan layanan yang sesuai dengan kebutuhan serta prioritas dari *user* [15]. Dalam melakukan manajemen *bandwidth* ada beberapa metode yang dapat digunakan salah satunya adalah PCQ:

2.4. PCQ (Peer Connection Queue)

PCQ (*Per Connection Queue*) adalah suatu cara sederhana pembagian *bandwidth* dimana PCQ bekerja dengan sebuah algoritma yang akan membagi *bandwidth* secara merata pada *client* yang aktif. Cara kerja PCQ yaitu, misal tersedia *bandwidth* 10 Mbps kemudian satu *user* login maka otomatis *user* tersebut akan mendapatkan 10 Mbps, jika dua *user* login maka masing – masing *user* akan mendapatkan *bandwidth* sebesar 5 Mbps dan begitu seterusnya [8]:



Gambar 1. Cara kerja PCQ

Gambar 2.

2.5. Teknik Sampling

Metodologi statistik yang berkaitan dengan prosedur sampling mencakup teknik *sampling* atau teknik sampel. Untuk menghasilkan sampel yang representatif, teknik pengambilan sampel adalah cara untuk memutuskan berapa banyak sampel yang akan diambil berdasarkan besar kecilnya sampel yang akan digunakan sebagai sumber data yang sebenarnya [16]. Ada beberapa alasan untuk mengumpulkan sampel:

- a. Pengumpulan data pada seluruh populasi tidak mungkin dilakukan karena ukuran atau jangkauan populasi.
- b. Terbatasnya waktu, uang, dan tenaga.
- c. Agar sampel mencerminkan populasi secara akurat, ada asumsi bahwa sampel itu seragam seluruhnya.

Bergantung pada jenis studi yang dilakukan, beberapa teknik pengambilan sampel digunakan. Pada dasarnya ada dua jenis pengambilan sampel, yaitu Probability Sampling dan Non-Probability Sampling. [17].

A. Non-Probability Sampling

1. Purposive Sampling

Teknik ini merupakan salah satu yang sering diterapkan. Teknik ini memanfaatkan perpaduan yang dipilih peneliti saat memilih sampel penelitian. Terdapat dua kriteria, yaitu inklusi dan eksklusi. Inklusi merupakan kriteria sampel yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Sedangkan eksklusi merupakan kebalikan dari inklusi.

B. Rumus Slovin

Rumus slovin adalah metode yang digunakan untuk menentukan sampel minimal yang diperlukan untuk suatu penelitian [17]. Slovin awalnya mempresentasikan formula ini pada tahun 1960. Untuk penelitian survei dengan volume data atau populasi yang sangat besar yang memungkinkan pengambilan sampel, formula ini sering digunakan. Notasi rumusnya yaitu sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{5}$$

Keterangan notasi di atas, yaitu:

n = Minimal sampel yang dicari

N = Total populasi

e = Tingkat *error margin*

Perihal tingkatan *error margin*, pembuat rumus ini membebaskan kepada peneliti untuk menentukan tingkat *error margin*-nya. Namun kebanyakan peneliti menggunakan tingkat *error margin* sebesar 5% [13].

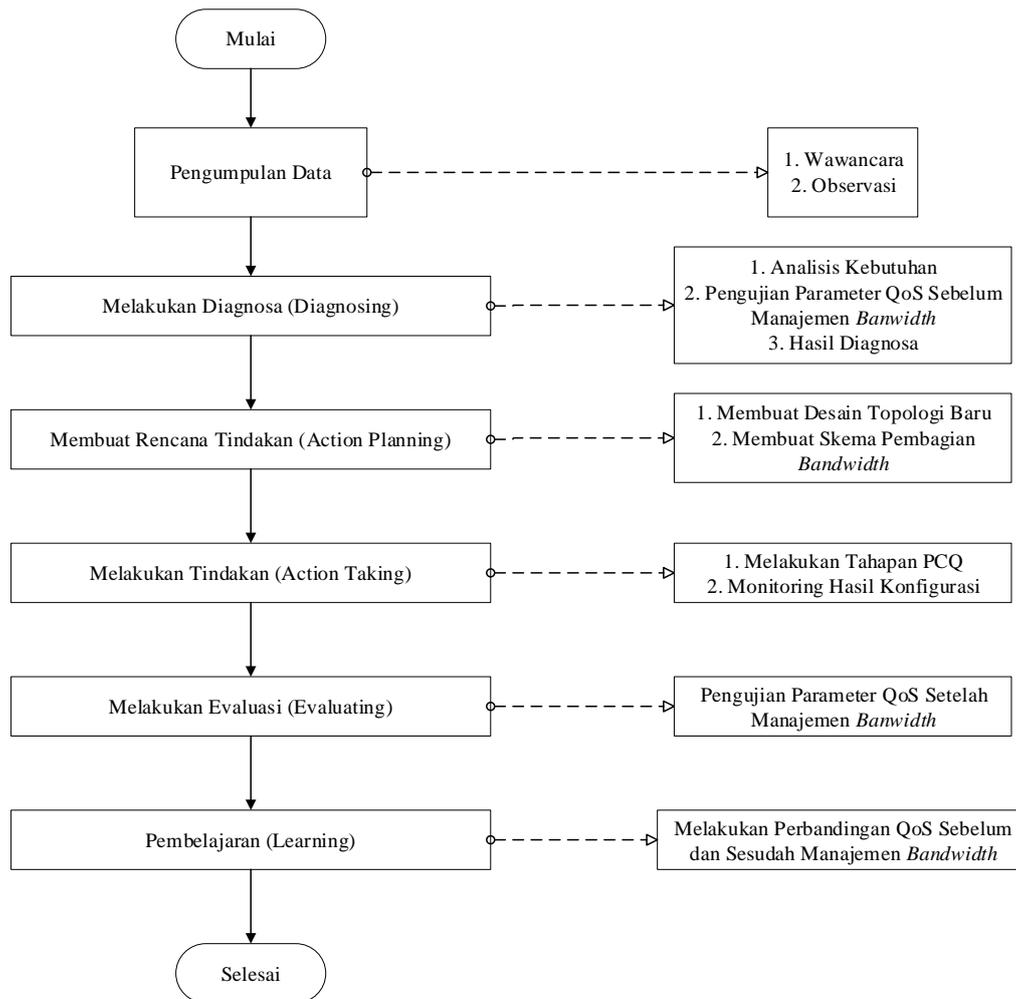
2.6. Action Research

Metode *Action Research* adalah teknik yang menghubungkan teori dan praktik, dan mungkin terkait erat dengan pembelajaran dari hasil tindakan yang direncanakan setelah diagnosis menyeluruh dari konteks masalah. Penelitian tindakan dengan demikian menghubungkan teori dan praktik. Metode *action research* bertujuan untuk melakukan perbaikan atau perubahan setelah tahap mendeksripsikan dan interpretasi dilakukan [13].

3. METODE PENELITIAN

Terdapat 2 tahap dalam metode penelitian ini, yaitu: metode pengumpulan data serta metode *action research* sebagai metode analisis.

Berikut alur penelitian berdasarkan metodologi penelitian:



Gambar 3. Alur penelitian

3.1. Metode Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data terdiri dari wawancara dan observasi langsung di tempat penelitian. Berikut tahapannya:

3.2. Wawancara

Untuk pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* ini mengambil sampel berdasarkan kriteria tertentu yang ditentukan oleh peneliti. Pada penelitian ini dibutuhkan sampel yang memiliki kriteria sebagai pengguna yang sering menggunakan internet untuk menunjang pekerjaan yaitu pegawai di setiap seksi dan sub bidang. Setelah dilakukan proses pengambilan sampel berdasarkan kriteria yang ditentukan terdapat 10 pegawai yang sering menggunakan jaringan internet berbasis *wireless* pada kantor Kecamatan Kemang. Lalu dilakukan proses pengambilan jumlah sampel menggunakan rumus *slovin* dengan tingkat *error margin* sebesar 5%, yaitu sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} = \frac{10}{1 + 10 \times 0,05^2} = \frac{10}{1 + 10 \times 0,0025}$$

$$n = \frac{10}{1 + 0,025} = \frac{10}{1,025} = 9,76$$

Maka jumlah sampel minimal yang dapat diambil adalah 9,76 dan dibulatkan menjadi 10 sampel. Sampel tersebut diambil dari pegawai kantor Kecamatan Kemang yang mewakili seksi dan sub bidangnya yang sering menggunakan jaringan internet berbasis *wireless*. Wawancara dilakukan untuk mengetahui kondisi jaringan internet berbasis *wireless* dan masalah yang terjadi.

Berikut dipaparkan hasil dari wawancara yang telah dilakukan:

Tabel 4. Hasil Wawancara 10 Pegawai

Pertanyaan	Respon Narasumber									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Pemakaian internet	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Jaringan lambat	4	3	3	2	2	3	3	2	3	3
Gangguan konektivitas	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
Gangguan lainnya	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2

Tabel 5. Keterangan Grade

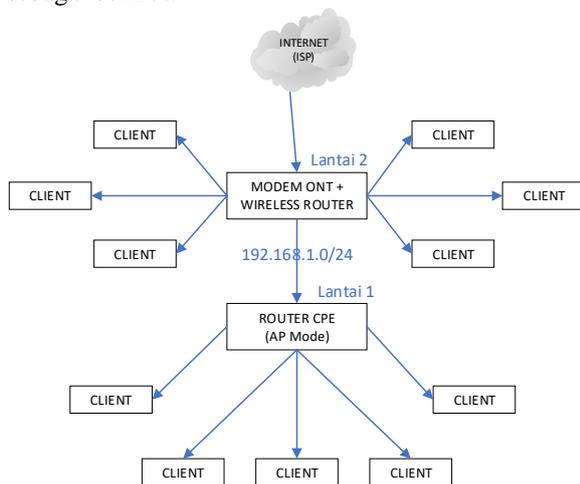
Keterangan	Nilai
Tidak pernah	1
Jarang	2
Kadang-kadang	3
Sering	4
Selalu	5

(Sumber: Sugiyono, 2020)

Berdasarkan tabel di atas, hampir semua pegawai sering atau setidaknya pernah mengalami gangguan pada jaringan internet berbasis *wireless* di Kantor Kecamatan Kemang. Gangguan yang sering terjadi atau setidaknya pernah terjadi, yaitu berupa jaringan internet lambat dan gangguan konektifitas.

3.3. Observasi

Pada tahap observasi ini dilakukan pengamatan langsung ke kantor kecamatan kemang. Hasil dari observasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:



Gambar 4. Topologi Jaringan Sebelum Manajemen Bandwidth

3.4. Metode Analisis

Dalam proses analisis, penelitian ini menggunakan metode *action research*. *Action research* digunakan karena bersifat reflektif partisipatif yang bertujuan untuk melakukan perbaikan sistem dan pola kerja yang sudah ada sebelumnya [18]. Metode ini memiliki 5 tahapan, diantaranya:

3.5. Melakukan Diagnosa (Diagnosing)

Pada tahap ini akan dilakukan analisis mengenai kebutuhan apa saja yang mesti disiapkan serta melakukan analisis *Quality of Service (QoS)* pada jaringan *wireless* kantor Kecamatan Kemang sebelum dilakukan manajemen *bandwidth*. Data kondisi hasil analisis *Quality of Service* koneksi jaringan *wireless* kantor kecamatan kemang sebelum adanya manajemen *bandwidth* selanjutnya menentukan di mana penerapan PCQ pada jaringan yang tepat. Indikator keberhasilan dari tahapan ini adalah adanya analisis kebutuhan meliputi perangkat keras dan

perangkat lunak, pengujian QoS sebelum manajemen *bandwidth* serta hasil diagnosa.

a. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam penelitian ini disajikan dalam tabel yang terdiri dari nama perangkat keras dan spesifikasinya.

Tabel 6. Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat	Spesifikasi
1	Laptop	Lenovo X250
2	Prosesor	Intel Core i5-5300U
3	Hardisk	128 GB SSD
4	RAM	8GB DDR3L
5	Mikrotik	RB941-2 nd hap lite

b. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini disajikan dalam tabel yang terdiri dari proses dan nama perangkat lunak.

Tabel 7. Kebutuhan Perangkat Lunak

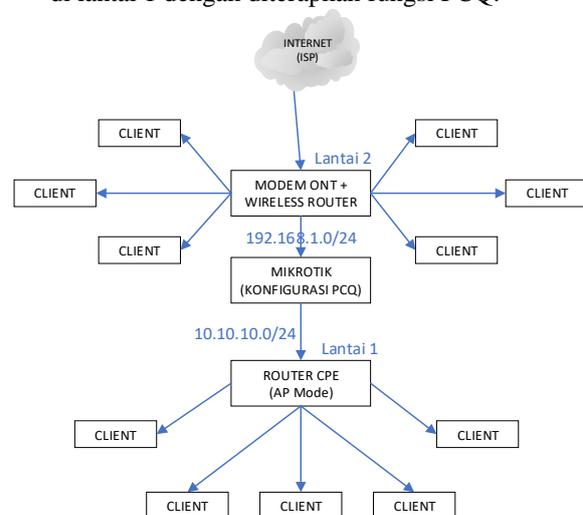
No	Proses	Perangkat
1	Sistem Operasi	Windows 10 64-Bit
2	Remote Access	Winbox
3	Monitoring QoS	Axence NetTools 5
		Speedtest

3.6. Membuat Rencana Tindakan (Action Planing)

Tahap ini melakukan perencanaan topologi baru serta skema pembagian *bandwidth* dengan penerapan PCQ pada jaringan *wireless* lantai 1 kantor kecamatan kemang, berikut hasilnya:

a. Desain Topologi baru

Pada gambar 5 terdapat topologi baru dari jaringan internet *wireless* kantor kecamatan kemang kabupaten bogor yang akan dilakukan manajemen *bandwidth* dengan penerapan PCQ. Yang membedakan dengan Gambar 3. Topologi Jaringan Sebelum Manajemen *Bandwidth* pada sub bab Obsevasi adalah penambahan perangkat Mikrotik yang fungsinya untuk melakukan manajemen *bandwidth* khususnya untuk jaringan yang berada di lantai 1 dengan diterapkan fungsi PCQ.



Gambar 5. Topologi jaringan *wireless* dengan penerapan PCQ

b. Skema Pembagian Bandwidth

Adapun untuk penerapan PCQ terhadap jaringan lantai 1 akan dilakukan berdasarkan skema pembagian *bandwidth* berikut, skenario ini didasarkan jika terdapat 1-25 client yang aktif bersamaan menggunakan internet yang terhubung

dalam jaringan yang sama dengan pembagian *bandwidth* yang sama rata berdasarkan cara kerja dari pola PCQ berdasarkan sub 2.4 PCQ (*Peer Connection Queue*) pada tinjauan pustaka:

Tabel 8. Skema pembagian *bandwidth*

Total Bandwidth (Max-Limit)	Download	Upload	Jumlah Client
50 Mbps	25 Mbps	25 Mbps	1
	12,5 Mbps	12,5 Mbps	2
	8,33 Mbps	8,33 Mbps	3
	6,25 Mbps	6,25 Mbps	4
	5 Mbps	5 Mbps	5
	4,16 Mbps	4,16 Mbps	6
	3,57 Mbps	3,57 Mbps	7
	3,1 Mbps	3,1 Mbps	8
	2,7 Mbps	2,7 Mbps	9
	2,5 Mbps	2,5 Mbps	10
	2,27 Mbps	2,27 Mbps	11
	2,08 Mbps	2,08 Mbps	12
	1,92 Mbps	1,92 Mbps	13
	1,78 Mbps	1,78 Mbps	14
	1,66 Mbps	1,66 Mbps	15
	1,56 Mbps	1,56 Mbps	16
	1,47 Mbps	1,47 Mbps	17
	1,38 Mbps	1,38 Mbps	18
	1,31 Mbps	1,31 Mbps	19
	1,25 Mbps	1,25 Mbps	20
	1,19 Mbps	1,19 Mbps	21
	1,13 Mbps	1,13 Mbps	22
	1,08 Mbps	1,08 Mbps	23
	1,04 Mbps	1,04 Mbps	24
	1 Mbps	1 Mbps	25

Pada skema pembagian *bandwidth* di atas dapat dipastikan tidak akan terjadi rebutan *bandwidth* antar *client* yang aktif pada jaringan, sebab sudah dibagi berdasarkan transfer data *Download/Upload* secara merata dengan skenario 25 *client* aktif secara bersamaan yang terhubung ke jaringan Wi-Fi lantai 1.

3.7. Melakukan Tindakan (Action Taking)

Tahap ini sudah memasuki implementasi dari rencana tindakan sebelumnya dengan melakukan manajemen *bandwidth* pada jaringan internet berbasis *wireless* Kantor Kecamatan menggunakan *router mikrotik* dan *software winbox* dengan metode PCQ. Metode PCQ digunakan karena cara kerjanya yang fleksibel dapat membatasi *bandwidth* sesuai jumlah pengguna aktif yang bersifat tidak tetap (dinamis). Indikator keberhasilan dari tahapan ini adalah terbentuknya desain tahapan PCQ dan implementasinya serta melakukan monitoring terhadap hasil konfigurasi yang telah dilakukan apakah fungsi PCQ telah berjalan atau belum.

3.8. Melakukan Evaluasi (Evaluating)

Di tahap ini akan dilakukan evaluasi serta analisis terhadap hasil yang didapat dari implementasi yang telah dilakukan. Selanjutnya dilakukan analisis *Quality of Service* setelah manajemen *bandwidth* yang

hasilnya dapat ditinjau kembali. Indikator keberhasilan tahapan ini adalah terlaksananya analisis *Quality of Service* pada jaringan yang telah dilakukan manajemen *bandwidth*.

3.9. Pembelajaran (Learning).

Pada tahap ini akan dilakukan peninjauan kembali atas tahapan penelitian yang telah dilaksanakan. Dimana hasil analisis *Quality of Service* (QoS) sebelum dan sesudah dilakukan manajemen *bandwidth* akan dibandingkan guna memperoleh hasil akhir. Selanjutnya hasil tersebut dapat menjadi saran untuk rekomendasi kepada pimpinan di kantor Kecamatan Kemang. Indikator keberhasilan tahapan ini adalah pada perbandingan sebelum dan sesudah manajemen *bandwidth* menunjukkan hasil yang lebih baik berdasarkan standar TIPHON.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Parameter QoS Sebelum Manajemen Bandwidth

Pada tahap ini sudah dilakukan analisis untuk persiapan diadakan penelitian serta melakukan analisis *Quality of Service* (QoS) pada jaringan internet berbasis *wireless* awal sebelum adanya manajemen *bandwidth* di kantor kecamatan kemang guna mengetahui permasalahan yang ada di jaringan

tersebut. Parameter yang diukur pada analisis *Quality of Service (QoS)*, yaitu *Bandwidth*, *Throughput*, *Delay*, *Jitter* dan *Packet loss*.

a. Bandwidth

Proses monitoring *bandwidth* menggunakan *software speedtest*, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil pengukuran *bandwidth* sebelum

No	Jaringan Internet (Wireless)	Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Jumlah Bandwidth (Mbps)
1	Wi-Fi Diskominfo Kemang – Lantai 1	Selasa, 04 Juli 2023	13:00	37,71
2	Wi-Fi Kemang 4G – Lantai 2	Selasa, 04 Juli 2023	13:00	56,9
3	W-Fi Kemang 5G – Lantai 2	Selasa, 04 Juli 2023	13:00	126,48

Dari hasil pengukuran *bandwidth* dengan menggunakan *Speedtest*, didapati *bandwidth* yang diterima paling sedikit terdapat pada jaringan wifi lantai 1 dengan total 37,71 Mbps dibanding 2 jaringan lainnya yang ada di lantai 2. Padahal sumber internet dari ketiga jaringan tersebut berasal dari modem yang sama yang berada di lantai 2. Hal ini terjadi karena belum adanya pembagian *bandwidth* di masing-masing jaringan sehingga client yang terhubung ke jaringan wi-fi memiliki pengalaman yang berbeda dalam hal akses ke jaringan internet.

b. Throughput

Proses monitoring *throughput* menggunakan *software axence netTools 5*, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil pengukuran *throughput* sebelum

No	URL	Bandwidth tersedia (bps)	Rata-rata Throughput (bps)	Persentase (%)	Indeks
1	kecamatankemangbogorkab.com	300.000.000	69.148	0,02	1
2	sicantik.bogorkab.go.id		49.913	0,02	1
3	192.168.1.1 (ip router)		135.291	0,05	1
4	192.168.1.70 (ip laptop)		5.046.868	1,68	1

Dari pengukuran *throughput* jaringan di atas didapati hasil rata-rata *throughput* yang dihasilkan masing-masing jaringan menunjukkan indeks yg sama, dengan angka 1 yang berarti jelek menurut standar TIPHON karena angka persentasenya berada dibawah 25% dari jumlah *bandwidth* yang tersedia. Hal ini menjadi mungkin jika ditinjau dari koneksi jaringan yang tersedia masih berupa

internet *broadband* bukan *dedicated* internet. Akan tetapi jika dilihat dari jumlah rata-rata *throughput* yang dihasilkan, jaringan wi-fi lantai 1 memiliki angka persentase yang cukup rendah secara keseluruhan.

c. Delay

Berikut contoh perhitungan manual *delay* berdasarkan sumber data pengukuran ip router pada jaringan *wi-fi* diskominfo kemang:

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket data yang diterima}}$$

$$\text{Gateway} = \frac{54945}{249}$$

$$\text{Gateway} = 220,7 \text{ ms}$$

Selanjutnya proses monitoring beserta pengukuran akan seluruhnya menggunakan *software axence netTools 5*.

Tabel 11. Hasil pengukuran *delay* sebelum

No	URL	Rata-rata Delay (ms)	Indeks
1	kecamatankemangbogorkab.com	159	3
2	sicantik.bogorkab.go.id	134	4
3	192.168.1.1 (ip router)	1	4
4	192.168.1.70 (ip laptop)	212	3

Dari pengukuran *delay* jaringan di atas didapati hasil rata-rata *delay* yang dihasilkan masing-masing jaringan menunjukkan indeks yg berbeda-beda, secara keseluruhan semua jaringan memiliki kategori sangat bagus dan bagus menurut standar Tiphon berdasarkan angka 4 dan 3 yang ditunjukkan pada tabel. Akan tetapi jaringan wi-fi lantai 1 masih terdapat *delay* dengan indeks 3 yang berarti bagus ditunjukkan dengan rata-rata *delay* yang dihasilkan melebihi 150 ms, hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor diantaranya jarak antara modem dengan *access point*, media transmisi yang digunakan serta waktu proses yang lama. Mengenai waktu proses yang lama ini dapat berkaitan juga dengan penerimaan seberapa besar *bandwidth* oleh *client* dan *throughput* yang dihasilkan dari jaringan wi-fi lantai 1.

d. Jitter

Proses monitoring *jitter* menggunakan *software speedtest*, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil pengukuran *jitter* sebelum

No	Jaringan Internet (Wireless)	Rata-rata Jitter (ms)	Indeks
1	Wi-Fi Diskominfo Kemang – Lantai 1	1,05	4
2	Wi-Fi Kemang 4G – Lantai 2	0,69	4
3	W-Fi Kemang 5G – Lantai 2	0,83	4

Dari pengukuran *jitter* ketiga jaringan di atas didapati hasil rata-rata *delay* yang dihasilkan masing-masing jaringan menunjukkan indeks yg sama, yaitu 4 yang berarti kategori sangat bagus menurut standar TIPHON. Akan tetapi jumlah rata-rata *jitter* yang dihasilkan dari jaringan wi-fi lantai 1 menunjukkan angka yang lebih besar. *Jitter* dapat disebabkan oleh paket data yang hilang atau tiba dengan urutan yang salah, hal ini dapat berkaitan juga dengan penerimaan seberapa besar *bandwidth* oleh *client* dan *throughput* yang dihasilkan dari jaringan wi-fi lantai 1.

e. Packet loss

Berikut contoh perhitungan manual *packet loss* berdasarkan sumber data pengukuran ip router pada jaringan wi-fi diskominfo kemang:

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

$$\text{Gateway} = \frac{(304 - 266)}{304} \times 100\%$$

$$\text{Gateway} = 0,125 \times 100\%$$

$$\text{Gateway} = 12,5 \text{ ms}$$

Selanjutnya proses monitoring beserta pengukuran akan seluruhnya menggunakan *software axence netTools 5*

Tabel 13. Hasil pengukuran *packet loss* sebelum

No	URL	Packet loss			Indeks
		Sent	Lost	Lost (%)	
1	kecamatankemangbogorkab.com	305	16	5	3
2	sicantik.bogorkab.go.id	304	12	4	3
3	192.168.1.1 (ip router)	304	38	13	3
4	192.168.1.77 (ip laptop)	301	0	0	4

Dari pengukuran *packet loss* jaringan di atas didapati angka persentase *packet loss* yang dihasilkan masing-masing jaringan menunjukkan indeks yg berbeda, yaitu 4 dan 3 yang berarti kategori sangat bagus dan bagus menurut standar TIPHON. Akan tetapi persentase *packet loss* yang dihasilkan dari jaringan wi-fi lantai 1 menunjukkan angka yang lebih besar.

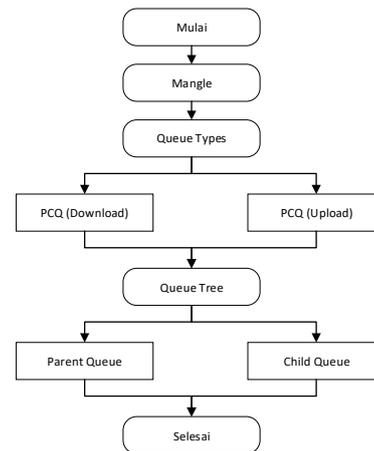
4.2. Hasil Diagnosa

Dari diagnosa yang telah dilakukan terutama setelah melakukan analisis *Quality of Service* (QoS) pada jaringan internet *wireless* kantor kecamatan kemang. Pada penelitian ini memilih untuk melakukan manajemen *bandwidth* pada jaringan Wi-Fi yang berada di lantai 1 kantor kecamatan kemang, karena beberapa parameter yang telah diuji berdasarkan standarisasi dari TIPHON menunjukkan kualitas jaringan internet *wireless* lantai 2 lebih baik daripada lantai 1. Untuk tahapan selanjutnya akan fokus pada rencana dan penerapan manajemen *bandwidth* serta

analisis *Quality of Service* (QoS) jaringan internet *wireless* lantai 1.

4.3. Tindakan

Tahap ini menjelaskan mengenai desain manajemen *bandwidth* dengan penerapan PCQ menggunakan router mikrotik dan konfigurasi dari *winbox*, lalu desain yang telah dirancang telah diterapkan pada juga tahap ini serta dimonitoring hasilnya, berikut penjelasannya:



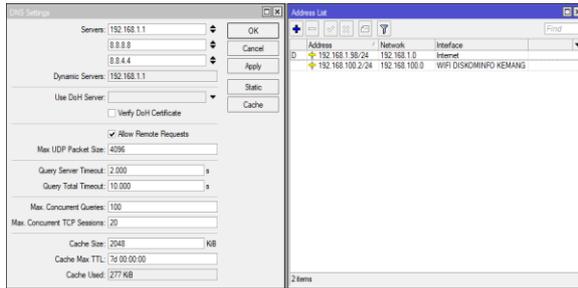
Gambar 6. Tahapan *peer connection queue* (PCQ)

Berikut keterangan dari gambar tahapan PCQ:

- Mangle*: Merupakan bagian konfigurasi dari *firewall* di *winbox*, berfungsi untuk menandai paket yang melewati, keluar dan masuk dari *router*.
- Queue Types*: Pada tahap *queue types* ini akan dibuat PCQ *download* dan PCQ *upload* yang fungsinya untuk manajemen *bandwidth* dengan algoritma membagi *bandwidth* secara merata kepada sejumlah *client* aktif yang terhubung ke jaringan.
- PCQ Download*: Merupakan konfigurasi PCQ untuk *download* dengan cara memilih paket yang berasal dari *Dst. Address*.
- PCQ Upload*: Merupakan konfigurasi PCQ untuk *upload* dengan cara memilih paket yang berasal dari *Src. Address*.
- Queue Tree*: Digunakan karena dapat mengkonfigurasi manajemen *bandwidth* secara kompleks dibandingkan dengan *simple queue*. *Queue tree* berfungsi dalam mengatur jumlah *bandwidth* yang ingin dibagi berdasarkan IP dan berdasarkan jenis *queue types* yang digunakan serta beberapa konfigurasi kompleks lainnya.
- Parent Queue*: Digunakan untuk membantu *router* dalam menentukan total *bandwidth* yang dimiliki oleh ISP.
- Child Queue*: Berfungsi untuk membatasi *bandwidth* secara spesifik yang akan digunakan oleh *client* aktif yang terhubung ke jaringan.

4.4. Tahapan PCQ

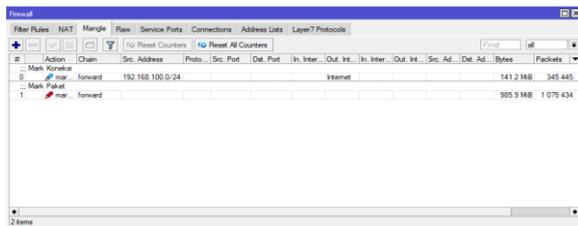
a. Konfigurasi IP Address dan DNS



Gambar 7. Konfigurasi ip address dan DNS

Pada gambar 6 telah didapatkan IP Address dari modem sebagai sumber internet, yaitu pada ether1 (internet) dengan IP 192.168.100.98/24, lalu diberikan IP untuk Wi-fi lantai 1 sebagai *access point* tambahan yang akan dilakukan manajemen *bandwidth* dengan penerapan PCQ, yaitu pada ether4 (WIFI DISKOMINFO KEMANG) dengan IP 192.168.100.2/24 lalu dilakukan konfigurasi DNS sesuai dengan IP modem, yaitu 192.168.1.1.

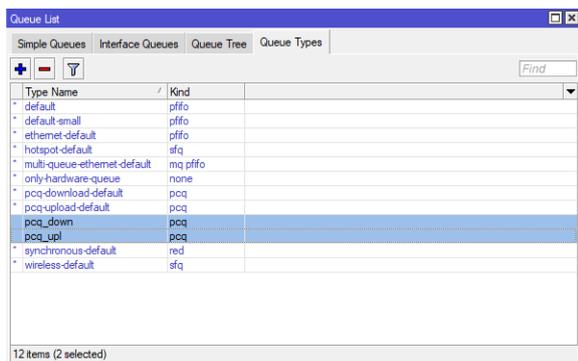
b. Konfigurasi Mangle



Gambar 8. Firewall mangle

Pada gambar 7 terdapat konfigurasi *mangle* yang dapat dilakukan pada tab *mangle* di menu *firewall* untuk membuat *mark connection* dan *mark packet* untuk *client*, penggunaan *mangle* berfungsi untuk proses *marking* terhadap paket data. Paket data yang telah diberi *mark* digunakan untuk manajemen *bandwidth*. Dapat disimpulkan bahwa proses konfigurasi *mangle* berfungsi untuk menandai paket yang melewati, masuk atau keluar dari *router*.

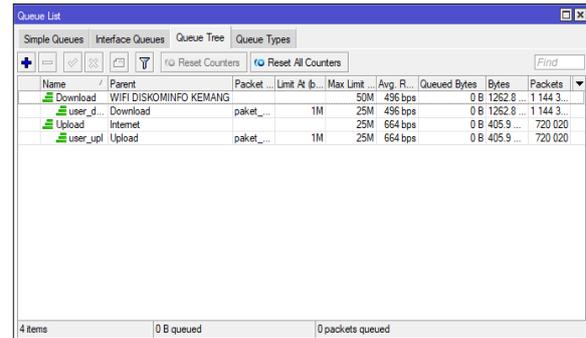
c. Konfigurasi Queue Type



Gambar 9. Queue types

Pada gambar 8 terdapat konfigurasi *queue types* yang bisa dilakukan pada menu *queue* untuk membuat dua buah *queue download* dan *queue upload* yang berjenis *pcq*. *PCq* berfungsi mengklasifikasikan arah koneksi, misalnya jika *classifier* yang digunakan adalah *Dst.Address* pada *local interface*, maka arah *pcq* akan menjadi koneksi *download*, sedangkan apabila yang digunakan *Src.Address* pada *local interface* maka arah *pcq* akan menjadi koneksi *upload*.

d. Konfigurasi Queue Tree

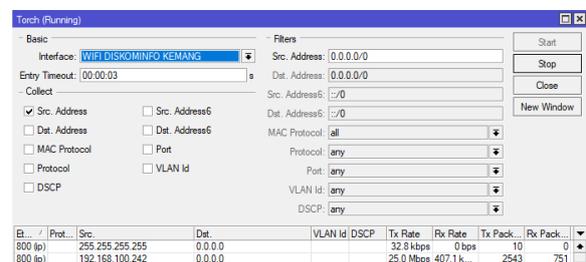


Gambar 10. Queue tree

Pada gambar 9 terdapat tampilan dari *queue tree* yang dapat diakses melalui menu *queue*, dimana pada *queue tree* dapat membuat *parent queue* dan *child queue*. *Parent queue* berfungsi sebagai batasan untuk *child queue*, dengan adanya pengelolaan *bandwidth* secara umum *parent queue* membantu *router* untuk mengetahui jumlah *bandwidth* yang tersedia pada sebuah jaringan, sedangkan *child queue* berfungsi untuk membatasi secara spesifik terhadap total *bandwidth* yang tersedia.

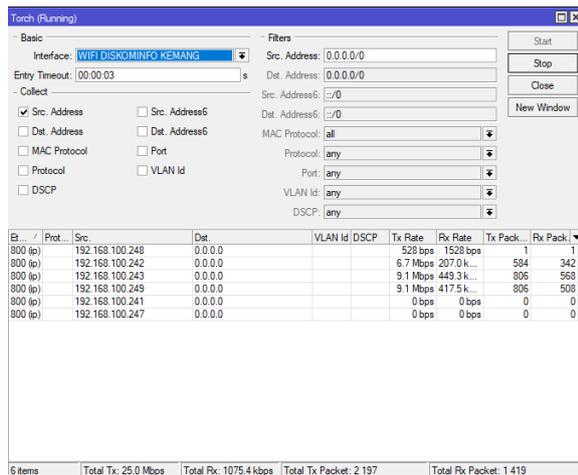
4.5. Monitoring Hasil Konfigurasi

Tahap ini merupakan *monitoring* terhadap hasil konfigurasi yang telah dilakukan pada implementasi metode PCQ. Berikut hasil dari menu *Queue Tree* dengan metode PCQ yang sudah diterapkan:



Gambar 11. Hasil monitoring 1 client

Monitoring terhadap hasil fungsi PCQ menunjukkan bahwa limitasi *bandwidth* telah berhasil dilakukan dengan parameter dimana fungsi PCQ akan membagi *bandwidth* secara otomatis terhadap jumlah *client* yang aktif mengakses internet (baik *upload* maupun *download*).



Gambar 12. Hasil monitoring 6 client

Pada gambar 10 saat hanya ada 1 client yang aktif maka bandwidth yang diberikan dapat maksimal, yaitu 25 Mbps untuk aktifitas download. Sedangkan pada gambar 11 saat ada 6 client yang aktif tetapi hanya 3 client yang sedang melakukan aktifitas download maka bandwidth yang diterima sebesar 6-9 Mbps. Maka dari itu dapat kita pastikan bahwa fungsi PCQ dapat diterapkan sesuai yang telah direncanakan pada tabel 10. Skema Pembagian Bandwidth.

4.6. Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan setelah adanya manajemen bandwidth, yaitu dengan cara melakukan kembali pengujian QoS dengan 5 parameter, diantaranya bandwidth, throughput, delay, jitter dan packet loss.

4.7. Pengujian Parameter QoS Setelah Manajemen Bandwidth:

Hasil dari pengujian berdasarkan QoS pada jaringan wireless kantor kecamatan kemang menggunakan software axence netTools 5 dan speedtest untuk mendapatkan hasil bandwidth, throughput, delay, jitter dan packet loss. Pengujian dilakukan siang hari pada Rabu, 13 September 2023.

a. Bandwidth

Proses monitoring bandwidth menggunakan software speedtest, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil pengukuran bandwidth setelah

No	Jaringan Internet (Wireless)	Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Jumlah Bandwidth (Mbps)
1	Wi-Fi Diskominfo Kemang	Rabu, 13 September 2023	13:00	47,79

Hasil pengujian bandwidth setelah adanya limitasi menunjukkan total bandwidth di angka 47,49 Mbps dengan pembagian 23,92 Mbps untuk download dan 23,87 Mbps untuk upload.

b. Throughput

Proses monitoring throughput menggunakan software speedtest, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 15. Hasil pengukuran throughput setelah

No	URL	Bandwidth tersedia (bps)	Rata-rata Throughput (bps)	Persentase (%)	Indeks
1	kecamatankemangbogorkab.com	25.00 0.000	109.229	0,44	1
2	bogorkab.go.id		20.514	0,08	1
3	192.168.100.2 (ip router)		909.718	3,64	1
4	192.168.100.242 (ip laptop)		4.961.573	19,85	1

Dari pengukuran throughput jaringan wi-fi lantai 1 setelah adanya manajemen bandwidth menghasilkan rata-rata throughput jaringan masih menunjukkan indeks yg sama, dengan angka 1 yang berarti jelek menurut standar TIPHON karena angka persentasenya berada dibawah 25% dari jumlah bandwidth yang tersedia. Hal ini menjadi mungkin jika ditinjau dari koneksi jaringan yang tersedia masih berupa internet broadband bukan dedicated internet. Akan tetapi jika dilihat dari jumlah rata-rata throughput yang dihasilkan terjadi peningkatan persentase yang cukup signifikan dibanding sebelumnya karena bandwidth yang diberikan kepada client telah dibatasi untuk menghindari adanya tarik menarik antar client dalam 1 koneksi jaringan yang sama.

c. Delay

Proses monitoring delay menggunakan software axence netTools 5, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 16. Hasil Pengukuran delay Setelah

No	URL	Rata-rata Delay (ms)	Indeks
1	kecamatankemangbogorkab.com	19	4
2	bogorkab.go.id	54	4
3	192.168.100.2 (ip router)	4	4
4	192.168.100.242 (ip laptop)	1	4

Dari pengukuran delay jaringan wi-fi lantai 1 setelah adanya manajemen bandwidth menghasilkan rata-rata delay yang menunjukkan kategori sangat bagus menurut standar Tiphon berdasarkan angka 4 yang ditunjukkan pada tabel. Delay dapat dipengaruhi oleh waktu proses yang lama yang dapat berkaitan juga dengan penerimaan seberapa besar bandwidth oleh client dan throughput yang dihasilkan dari jaringan wi-fi lantai 1. Dengan adanya manajemen bandwidth menjadikan delay yang dihasilkan lebih kecil daripada sebelumnya.

d. Jitter

Proses monitoring *jitter* menggunakan *software speedtest*, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 17. Hasil pengukuran *jitter* setelah

No	Jaringan Internet (Wireless)	Rata-rata Jitter (ms)	Indeks
1	Wi-Fi Diskominfo Kemang	19,62	4

Dari pengukuran *jitter* jaringan wi-fi lantai 1 setelah adanya manajemen *bandwidth* menghasilkan *rata-rata jitter* yang menunjukkan kategori sangat bagus menurut standar Tiphon berdasarkan angka 4 yang ditunjukkan pada tabel.

e. Packet loss

Proses monitoring *packet loss* menggunakan *software axence netTools 5*, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 18. Hasil pengukuran *packet loss* setelah

No	URL	Packet loss			Indeks
		Sent	Lost	Lost (%)	
1	kecamatankemangbogorkab.com	300	3	1	4
2	bogorkab.go.id	302	1	0	4
3	192.168.100.2 (ip router)	302	0	0	4
4	192.168.100.242 (ip laptop)	301	0	0	4

Dari pengukuran *packet loss* jaringan wi-fi lantai 1 setelah adanya manajemen *bandwidth* menghasilkan *rata-rata packet loss* yang menunjukkan kategori sangat bagus menurut standar Tiphon berdasarkan angka 4 yang ditunjukkan pada tabel. Hal ini terjadi karena tidak terjadi lagi tarik menarik *bandwidth* antar *client* yang dapat memicu banyaknya jumlah *packet loss*.

4.8. Pembelajaran

Tahap ini menjelaskan perbandingan kualitas koneksi jaringan internet pada wi-fi diskominfo kemang antara sebelum dan setelah dilakukannya manajemen *bandwidth* untuk diketahui perbedaannya dengan lebih detail. Hasil data yang telah didapatkan dari pengujian kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik grafik untuk perbandingannya.

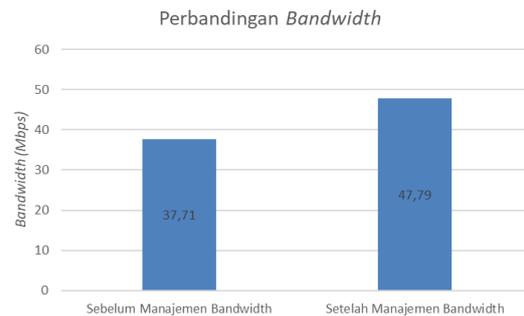
a. Bandwidth

Berikut perbandingan *bandwidth* sebelum dan setelah manajemen *bandwidth*:

Tabel 19. Perbandingan *bandwidth*

Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Bandwidth (Mbps)	37,71	47,79

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapati hasil perbandingan total *bandwidth*, yaitu 37,71 Mbps sebelum manajemen *bandwidth* dan 47,79 Mbps setelah manajemen *bandwidth*. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa konfigurasi yang telah dilakukan terbukti menghasilkan *bandwidth* lebih baik yang dapat diterima oleh *client*.



Gambar 13. Diagram perbandingan *bandwidth*
Gambar 14.

b. Throughput

Berikut perbandingan *throughput* sebelum dan setelah manajemen *bandwidth*:

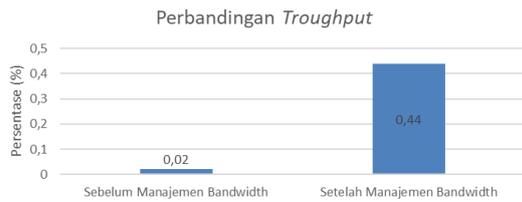
1. Pengujian Throughput 1

(kecamatankemangbogorkab.com)

Tabel 20. Perbandingan *throughput* 1

kecamatankemangbogorkab.com		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Bandwidth Tersedia (bps)	300.000.000	25.000.000
Rata-rata Throughput (bps)	69.148	109.229
Persentase (%)	0,02	0,44
Kategori	Jelek	Jelek

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *throughput* 1 menunjukkan bahwa perbandingan *throughput* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 0,02% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 0,44%. Hal tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi yang telah dilakukan menghasilkan peningkatan *throughput* yang dapat diterima oleh *client*.



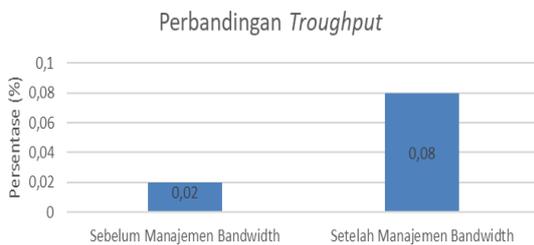
Gambar 15. Diagram perbandingan *throughput* 1

2. Pengujian *Throughput* 2 (bogorkab.go.id)

Tabel 21. Perbandingan *throughput* 2

bogorkab.go.id		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Bandwidth Tersedia (bps)	300.000.000	25.000.000
Rata-rata <i>Throughput</i> (bps)	49.913	20.514
Persentase (%)	0,02	0,08
Kategori	Jelek	Jelek

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *throughput* 2 menunjukkan bahwa perbandingan *throughput* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 0,02% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 0,08%. Hal tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi yang telah dilakukan menghasilkan peningkatan *throughput* yang dapat diterima oleh *client*.



Gambar 16. Diagram perbandingan *throughput* 2

3. Pengujian *Throughput* 3 (IP Router)

Tabel 22. Perbandingan *throughput* 3

IP Router		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Bandwidth Tersedia (bps)	300.000.000	25.000.000
Rata-rata <i>Throughput</i> (bps)	135.291	909.718
Persentase (%)	0,05	3,64
Kategori	Jelek	Jelek

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *throughput* 3 menunjukkan bahwa perbandingan *throughput* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 0,05% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 3,64%. Hal tersebut

menunjukkan bahwa konfigurasi yang telah dilakukan menghasilkan peningkatan *throughput* yang dapat diterima oleh *client*.



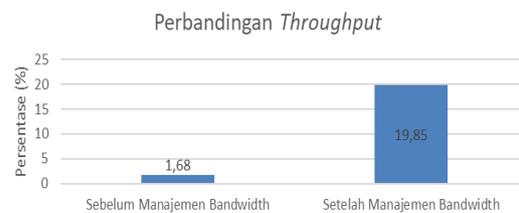
Gambar 17. Diagram perbandingan *throughput* 3

4. Pengujian *Throughput* 4 (IP Laptop)

Tabel 23. Perbandingan *throughput* 4

IP Laptop		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Bandwidth Tersedia (bps)	300.000.000	25.000.000
Rata-rata <i>Throughput</i> (bps)	5.046.868	4.961.573
Persentase (%)	1,68	19,85
Kategori	Jelek	Jelek

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *throughput* 4 menunjukkan bahwa perbandingan *throughput* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 1,68% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 19,85%. Hal tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi yang telah dilakukan terbukti menghasilkan *throughput* lebih baik yang dapat diterima oleh *client*.



Gambar 18. Diagram perbandingan *throughput* 4

Gambar 19.

c. Delay

Berikut perbandingan *delay* sebelum dan setelah manajemen *bandwidth*:

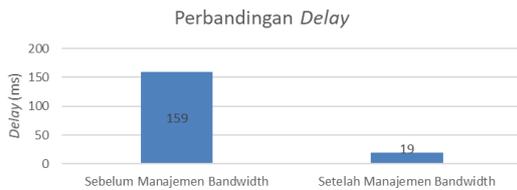
1. Pengujian *Delay* 1

(kecamatankemangbogorkab.com)

Tabel 24. Perbandingan *delay* 1

kecamatankemangbogorkab.com		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Total paket yang diterima	305	300
Rata-rata <i>delay</i> (ms)	159	19
Kategori	Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *delay* 1 menunjukkan bahwa perbandingan *delay* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 159ms sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 19ms. Dapat disimpulkan *delay* yang dihasilkan sebelum konfigurasi lebih besar dibandingkan dengan setelah dilakukan konfigurasi, hal itu dikarenakan sudah dilakukan limitasi *bandwidth* dengan ketentuan setiap *client* mendapatkan *bandwidth* masing-masing sehingga *delay* yang dihasilkan juga lebih kecil.



Gambar 20. Diagram perbandingan *delay* 1

2. Pengujian *Delay* 2 (bogorkab.go.id)

Tabel 25. Perbandingan *delay* 2

bogorkab.go.id		
Parameter	Sebelum Manajemen <i>Bandwidth</i>	Setelah Manajemen <i>Bandwidth</i>
Total paket yang diterima	304	302
Rata-rata <i>delay</i> (ms)	134	54
Kategori	Sangat Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *delay* 2 menunjukkan bahwa perbandingan *delay* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 134ms sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 54ms. Dapat disimpulkan *delay* yang dihasilkan sebelum konfigurasi lebih besar dibandingkan dengan setelah dilakukan konfigurasi, hal itu dikarenakan sudah dilakukan limitasi *bandwidth* dengan ketentuan setiap *client* mendapatkan *bandwidth* masing-masing sehingga *delay* yang dihasilkan juga lebih kecil.



Gambar 21. Diagram perbandingan *delay* 2

3. Pengujian *Delay* 3 (IP Router)

Tabel 26. Perbandingan *delay* 3

IP Router		
Parameter	Sebelum Manajemen <i>Bandwidth</i>	Setelah Manajemen <i>Bandwidth</i>
Total paket yang diterima	304	302
Rata-rata <i>delay</i> (ms)	212	4
Kategori	Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *delay* 3 menunjukkan bahwa perbandingan *delay* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 212ms sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 4ms. Dapat disimpulkan *delay* yang dihasilkan sebelum konfigurasi lebih besar dibandingkan dengan setelah dilakukan konfigurasi, hal itu dikarenakan sudah dilakukan limitasi *bandwidth* dengan ketentuan setiap *client* mendapatkan *bandwidth* masing-masing sehingga *delay* yang dihasilkan juga lebih kecil.



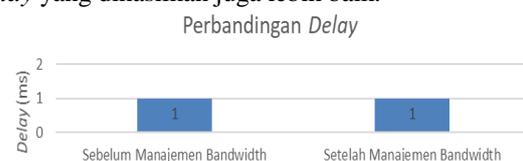
Gambar 22. Diagram perbandingan *delay* 3

4. Pengujian *Delay* 4 (IP Laptop)

Tabel 27. Perbandingan *delay* 3

IP Laptop		
Parameter	Sebelum Manajemen <i>Bandwidth</i>	Setelah Manajemen <i>Bandwidth</i>
Total paket yang diterima	301	301
Rata-rata <i>delay</i> (ms)	1	1
Kategori	Sangat Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *delay* 4 menunjukkan bahwa perbandingan *delay* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 1ms sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 1ms. Dapat disimpulkan *delay* yang dihasilkan sebelum konfigurasi sama besar dengan setelah dilakukan konfigurasi, hal itu dikarenakan sudah dilakukan limitasi *bandwidth* dengan ketentuan setiap *client* mendapatkan *bandwidth* masing-masing sehingga *delay* yang dihasilkan juga lebih baik.



Gambar 23. Diagram perbandingan *delay* 4

d. Jitter

Berikut perbandingan *jitter* sebelum dan setelah manajemen *bandwidth*:

Tabel 28. Perbandingan *jitter*

Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Jitter (ms)	1,05	19,62
Kategori	Sangat Bagus	Sangat Bagus

Data yang dihasilkan dari pengujian *jitter* menunjukkan bahwa perbandingan *jitter* sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 1,05ms sedangkan setelah manajemen *bandwidth* sebesar 19,62ms. Dapat disimpulkan *jitter* yang dihasilkan sebelum konfigurasi lebih kecil dibandingkan setelah konfigurasi, hal ini dikarenakan transfer data yang cenderung lebih lambat atau sebaliknya tergantung jumlah *client* yang aktif. Akan tetapi secara umum masih dalam kategori sangat bagus.



Gambar 24. Diagram perbandingan *jitter*

e. Packet loss

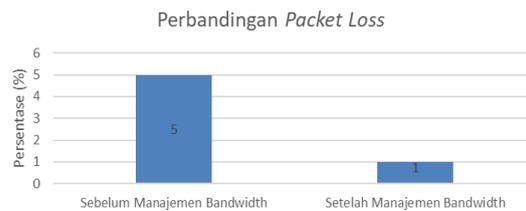
Berikut perbandingan *packet loss* sebelum dan setelah manajemen *bandwidth*:

1. Pengujian Packet loss 1 (kecamatankemangbogorkab.com)

Tabel 29. Perbandingan *packet loss* 1

kecamatankemangbogorkab.com		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Total paket yang diterima	305	300
Packet loss	16	3
Persentase (%)	5	1
Kategori	Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *packet loss* 1 menunjukkan bahwa perbandingan *packet loss* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 5% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 1%. Dapat disimpulkan bahwa proses transfer data yang dilakukan antara *server* ke *client* dengan konfigurasi dapat lebih optimal dibandingkan tanpa konfigurasi.



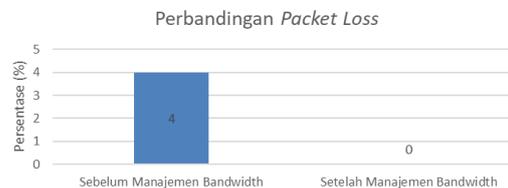
Gambar 25. Diagram perbandingan *packet loss* 1

2. Pengujian Packet loss 2 (bogorkab.go.id)

Tabel 30. Perbandingan *packet loss* 2

bogorkab.go.id		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Total paket yang diterima	304	302
Packet loss	12	1
Persentase (%)	4	0
Kategori	Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *packet loss* 2 menunjukkan bahwa perbandingan *packet loss* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 4% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 0%. Dapat disimpulkan bahwa proses transfer data yang dilakukan antara *server* ke *client* dengan konfigurasi dapat lebih optimal dibandingkan tanpa konfigurasi.



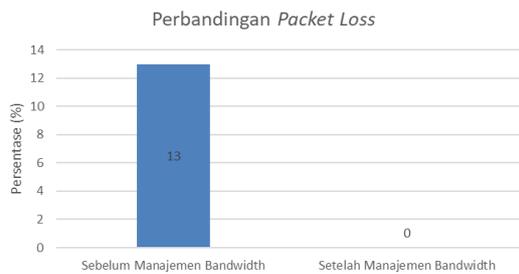
Gambar 26. Diagram perbandingan *packet loss* 2

3. Pengujian Packet loss 3 (IP Router)

Tabel 31. Perbandingan *packet loss* 3

IP Router		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Total paket yang diterima	304	302
Packet loss	38	0
Persentase (%)	13	0
Kategori	Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *packet loss* 3 menunjukkan bahwa perbandingan *packet loss* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 13% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 0%. Dapat disimpulkan bahwa proses transfer data yang dilakukan antara *server* ke *client* dengan konfigurasi dapat lebih optimal dibandingkan tanpa konfigurasi.



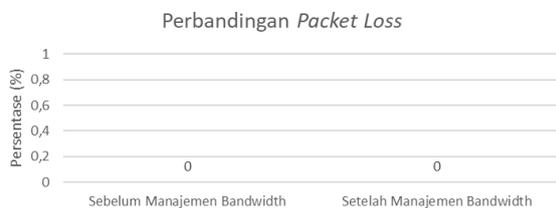
Gambar 27. Diagram perbandingan *packet loss* 3

4. Pengujian *Packet loss* 4 (IP Laptop)

Tabel 32. Perbandingan *packet loss* 3

IP Laptop		
Parameter	Sebelum Manajemen Bandwidth	Setelah Manajemen Bandwidth
Total paket yang diterima	301	301
Packet loss	0	0
Persentase (%)	0	0
Kategori	Sangat Bagus	Sangat Bagus

Data yang didapatkan dari hasil pengujian *packet loss* 4 menunjukkan bahwa perbandingan *packet loss* yang diterima sebelum manajemen *bandwidth* sebesar 0% sedangkan setelah manajemen *bandwidth* adalah 0%. Dapat disimpulkan bahwa proses transfer data yang dilakukan antara *server* ke *client* dengan konfigurasi dapat lebih optimal dibandingkan tanpa konfigurasi.



Gambar 28. Diagram perbandingan *packet loss* 4

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Konfigurasi manajemen *bandwidth* yang diterapkan terbukti menghasilkan peningkatan performa jaringan yang signifikan. *Bandwidth* yang diterima *client* meningkat dari 37,71 Mbps menjadi 47,79 Mbps, *throughput* meningkat dari 1,68% menjadi 19,85%, *delay* menurun dari 159ms menjadi 19ms, dan *packet loss* berkurang dari 5% menjadi 1%. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi manajemen *bandwidth* berhasil mengoptimalkan penggunaan *bandwidth*, meningkatkan kecepatan transfer data, dan meminimalisir gangguan jaringan, sehingga menghasilkan pengalaman pengguna yang lebih baik. Meskipun *jitter* mengalami sedikit peningkatan, secara keseluruhan masih dalam kategori sangat bagus. Secara umum, konfigurasi manajemen *bandwidth* terbukti efektif dalam meningkatkan performa jaringan dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Y. Laoly, Perpres Nomor 82 Tahun 2022. 2022.
- [2] I. Hidayatullah, “Penerapan Metode Peer Connection Queue Dalam Manajemen *Bandwidth* Internet (Studi Kasus: Sdit As-Sunnah),” Skripsi, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, 2022.
- [3] R. Pratama, J. Dedy Irawan, and M. Orisa, “Analisis Quality Of Service Sistem Manajemen *Bandwidth* Pada Jaringan Laboratorium Teknik Informatika Itn Malang,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 196–204, 2022.
- [4] N. Heryana, A. Solehudin, D. Juardi, and R. Mayasari, “Pengukuran Quality Of Service (QoS) Pada Jaringan Hotspot Universitas Singaperbangsa Karawang,” *JISICOM (Journal of Information System, Informatics and Computing)*, vol. 4, no. 1, 2020, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisicomTelp.+62-21-3905050>,
- [5] M. R. I. Kurniady, A. Solehudin, and D. Juardi, “Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode Hirarchical Token Bucket (HTB) Pada Pembatasan Kecepatan Internet (Studi kasus SMK Al-Muslim),” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 4, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5256072.
- [6] R. W. Lesmana, H. Hannie, and N. Sulistiyowati, “Analisis Quality Of Service (QoS) Pada Laboratorium Komputer MAN 3 Karawang,” *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, vol. 12, no. 3, p. 179, Oct. 2020, doi: 10.22303/csrid.12.3.2020.179-190.
- [7] ETSI, “Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS),” Valbonne, Jun. 1999. [Online]. Available: <http://www.etsi.org>
- [8] R. F. Bari, A. Solehudin, and N. Heryana, “Analisis Quality Of Service (QoS) Jaringan Internet Berbasis Wireless Local Area Network Pada Layanan Indihome (Studi Kasus Kedai Kopi),” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 10, pp. 320–335, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6820184>.
- [9] Subektiningsih, Renaldi, and P. Ferdiansyah, “Analisis Perbandingan Parameter QoS Standar TIPHON Pada Jaringan Nirkabel Dalam Penerapan Metode PCQ,” *Jurnal EXPLORE STMIK Mataram*, vol. 12, no. 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.35200/explore.v12i1.527>.
- [10] N. H. Shaffan, “JNA Memasang Jaringan Nirkabel.” Balai Pelatihan dan Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (BPPTIK), pp. 4–16, 2023. Accessed: Mar. 20, 2023. [Online]. Available: <https://docs.google.com/presentation/d/1WgVV>

- uSyrFGDD7-xXkT0nBx6YsK34iDc3S-8hvNUu2fk/
- [11] A. A. Sukmandhani, "QoS (Quality of Services)," Binus University Online Learning.
- [12] I. Sofana, *Teori dan Modul Praktikum Jaringan Komputer*. Modula Bandung, 2011.
- [13] R. W. Lesmana, "Analisis Quality Of Service (Qos) Jaringan Lan Pada Labolatorium Komputer (Studi Kasus: Man 3 Karawang)," Skripsi, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, 2020.
- [14] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [15] T. R. Sanusi, "Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Peer Connection Queue (Studi Kasus: Warmindo Madimsquad)," Skripsi, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, 2022.
- [16] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2020.
- [17] Nurdin, D. Hamdhana, and M. Iqbal, "Aplikasi Quick Count Pilkada Dengan Menggunakan Metode Random Sampling Berbasis," *TECHSI*, vol. 10, 2018, doi: 10.29103/techsi.v10i1.622.
- [18] R. A. Santoso, "Analisis Quality Of Service Jaringan Wifi Untuk Ulangan Harian Siswa Menggunakan Tahapan Action Research," Skripsi, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, 2020.