

IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN MIKROTIK UNTUK Mendukung Stabilitas Jaringan Hotspot Berbasis Quality of Service (QoS) Dan Quality of Experience (QoE)

Purnama Aji ^{a,1}, Darsanto ^{b,2,*}, Mukhsin ^{c,3}^{a,b,c} Program Studi Teknik Komputer, Universitas Wiralodra,
Jl. Ir. H. Juanda KM.03 Singaraja, Indramayu – Jawa Barat 45213¹pumamaaji.525@gmail.com, ²shantost.ft@unwir.ac.id, ³mukhsin.ft@unwir.ac.id

*Penulis koresponden

Diterima	Direvisi	Disetujui	Dipublikasikan
24/7/2025	15/8/2025	29/8/20254	15/9/2025

ABSTRACT

The research conducted discusses the implementation of bandwidth management using MikroTik to support hotspot network stability with a Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE) based approach. The main focus is to integrate Peer Connection Queue (PCQ) bandwidth management so that the distribution of network resources is fairer and more efficient, as well as ensuring consistent connection quality and user satisfaction with hotspot services. The research method includes network simulation with star topology and QoE measurement with 10 users/respondents through user perception surveys and Mean Opinion Score (MOS) scoring, the scores of each sub-variable (quality of effectiveness, quality of efficiency, context) obtained more than 4 (ITU-T P800) which is a satisfied category except for the usability sub-variable which is 3.3 gets a fairly satisfied category. While in the QoS test with 3 clients/laptops on some parameters (throughput, packet loss, delay) obtained an index of 4 (TIPHON) which is a very good category, except for the jitter parameter index 3 with a good category. These two measurements indicate that the implementation of a hotspot network with PCQ bandwidth management can satisfy the QoE test, with a consistent level of hotspot network connectivity stability (QoS test). With this implementation and the tests conducted (QoS and QoE), it is expected that the hotspot network can improve operational stability and provide an optimal user experience despite variations in network traffic load.

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan membahas implementasi manajemen bandwidth menggunakan MikroTik untuk mendukung stabilitas jaringan hotspot dengan pendekatan berbasis Quality of Service (QoS) dan Quality of Experience (QoE). Fokus utama adalah mengintegrasikan pengelolaan bandwidth Peer Connection Queue (PCQ) agar distribusi sumber daya jaringan lebih adil dan efisien, serta memastikan kualitas koneksi yang konsisten dan kepuasan pengguna terhadap layanan hotspot. Metode penelitian meliputi simulasi jaringan dengan topologi star dan pengukuran QoE dengan 10 pengguna/responden melalui survei persepsi pengguna dan skoring Mean Opinion Score (MOS), skor masing-masing pada sub variabel (quality of effectiveness, quality of efficiency, context) memperoleh lebih dari 4 (ITU-T P800) yaitu kategori puas kecuali pada sub variabel usability yaitu 3,3 mendapatkan kategori cukup puas. Sedangkan pada pengujian QoS dengan 3 klien/laptop pada sebagian parameter (throughput, packet loss, delay) didapatkan indeks 4 (TIPHON) kategori sangat bagus, kecuali parameter jitter indeks 3 dengan kategori bagus. Kedua pengukuran tersebut menunjukkan implementasi jaringan hotspot dengan manajemen bandwidth PCQ dapat memenuhi kepuasan pada uji QoE, dengan tingkat stabilitas konektivitas jaringan hotspot yang konsisten (uji QoS). Dengan implementasi ini dan pengujian yang dilakukan (QoS dan QoE), diharapkan jaringan hotspot dapat meningkatkan kestabilan operasional dan memberikan pengalaman pengguna yang optimal meskipun terjadi variasi beban lalu lintas jaringan.

KEYWORDS

Peer connection
Queue
Quality of service
Quality of Experience
Hotspot

KATA KUNCI

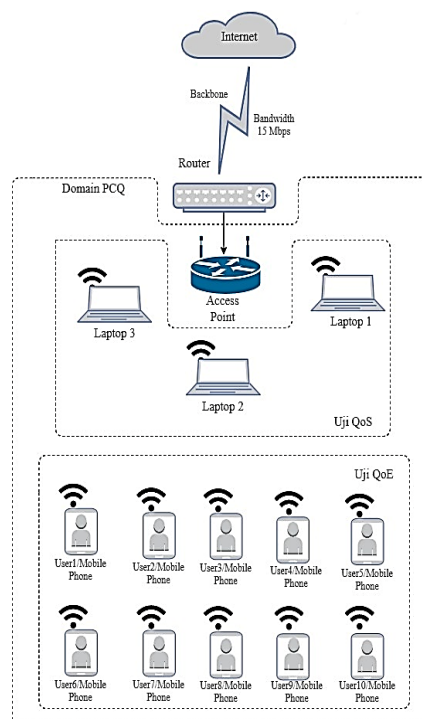
Peer connection
Queue
Quality of service
Quality of Experience
Hotspot

1 PENDAHULUAN

Penelitian ini membahas pentingnya manajemen bandwidth pada jaringan hotspot di era digital untuk menjaga kestabilan dan kualitas koneksi internet. Penggunaan perangkat MikroTik, khususnya fitur *Per Connection Queue* (PCQ), dievaluasi sebagai solusi dalam mendistribusikan bandwidth secara adil dan efisien. Penilaian kualitas jaringan dilakukan melalui pendekatan *Quality of Service* (QoS), meliputi parameter throughput, packet loss, delay, dan jitter, serta *Quality of Experience* (QoE) untuk mengukur kepuasan pengguna. Tujuan penelitian adalah meningkatkan performa jaringan dan pengalaman pengguna melalui implementasi manajemen bandwidth yang tepat. Kajian ini juga mengacu pada penelitian sebelumnya yang menggunakan perangkat MikroTik dan metode *Queue Tree* sebagai strategi pengelolaan bandwidth untuk memperbaiki kualitas jaringan [1] [2].

2 METODE PENELITIAN

Metode penelitian tahapan dimulai diawali dengan pengumpulan data selanjutnya mengumpulkan studi literatur lalu mendesain jaringan hotspot uji selanjutnya mengimplementasikan manajemen bandwidth (PCQ) selanjutnya pengujian QoS (TIPHON) [3] dan QoE berdasarkan kepuasan pengguna, komparasi analisis dan hasil pengujian QoS dan QoE sampai memperoleh hasil penelitian. Desain jaringan hotspot uji setelah tahap pengumpulan data dan menentukan serta mempelajari literatur, tahap selanjutnya adalah desain Hotspot uji jaringan. Berikut adalah desain Hotspot uji PCQ jaringan yang akan digunakan oleh peneliti.



Gambar 1 Topologi generik hotspot uji PCQ

Topologi ini melibatkan penggunaan router MikroTik, laptop, dan ponsel sebagai pusat distribusi koneksi WiFi. Router MikroTik (RB750) terhubung ke access point melalui kabel, sementara perangkat lainnya terkoneksi secara nirkabel. Manajemen bandwidth dan kontrol jaringan dilakukan melalui perangkat utama yang terhubung ke switch/AP. Access point menyediakan koneksi WiFi langsung ke klien, yakni ponsel yang digunakan untuk mengukur QoE.

2.1 Implementasi Manajemen Bandwidth

Implementasi dilakukan dengan cara mengkonfigurasi perangkat keras jaringan yaitu router MikroTik dan akan mengimplementasikan fitur/protokol baru yaitu manajemen *bandwidth* dengan menggunakan konsep PCQ dan queue tree. Berikut alat yang dibutuhkan oleh peneliti untuk mengimplementasi manajemen *bandwidth* :

a. Spesifikasi perangkat lunak (*Software*)

Kebutuhan untuk implementasi manajemen *bandwidth* dengan spesifikasi perangkat lunak, sebagai berikut :

Tabel 1. Kebutuhan Spesifikasi Perangkat Lunak

No	Kebutuhan	Keterangan	Fungsi
1	Sistem Operasi	Windows 7 Home premium 64 bit	Mengontrol operasi-operasi dasar sistem, termasuk menjalankan perangkat lunak Aplikasi.
2	Utilitas	Winbox Wireshark	Penghubung antar komputer ke mikrotik dan sebagai tool untuk mengkonfigurasi perangkat mikrotik Sebagai pendeteksi analisa kualitas jaringan

b. Spesifikasi perangkat keras (*Hardware*)

Kebutuhan spesifikasi perangkat keras pada penelitian, sebagai berikut :

Tabel 2. Kebutuhan Spesifikasi Perangkat Keras

No.	Hardware	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
1	MikroTik	RB 951Ui	1	Sebagai alat router untuk membagi jaringan ke pengguna dan sebagai server keamanan jaringan
2	Antena model Omni untuk <i>backbone</i>	Rocket AMO-5G13-13dBi	1	Rocket AMO-5G13-13dBi Sebagai <i>access point</i>
3	Antena dish <i>network backbone</i>	Tipe Pbe-M5 400 5Ghz	1	Tipe Pbe-M5 400 5Ghz sebagai <i>station</i> (klien)
4	Access Point metode PCQ	Tenda model 301,300 Mbps Wireless N Access Point	1	Sebagai alat penyebar jaringan hotspot
5	Kabel	UTP 5 M	1	Sebagai Penghubung dari Internet Service Provider Ke Router
6	Konektor	RJ 45	4	Sebagai kepala kabel
7	Laptop	1. Intel ® Core® CPU i3-2350 @2.30 GHz RAM 10GB SSD 128 GB. 2. AMD A4-9125 Radeon R3 2,3 GHz, 4 Compute Cores 2C+2G (with SSE4.2). RAM 4 GB SSD 120 GB. 3. Intel® Celeron ® CPU 847@ 1.10GHz (with SSE 4.2) RAM 8 GB SSD 120 GB.	3	Sebagai pengguna/user (uji teknis QoS)
8	Mobile phone/hp	RAM 4 GB android	10	Sebagai klien/user (uji persepsional QoE)

2.2 Pengujian QoS (TIPHON) dan QoE

Setelah manajemen bandwidth diterapkan, peneliti melakukan pengukuran QoS, lalu mensimulasikan jaringan hotspot uji berbasis PCQ dan mengukur nilai QoE. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa jaringan hotspot PCQ sesuai dengan standar QoS dari Tiphon serta mampu memberikan kualitas layanan yang sesuai dengan harapan pengguna dalam aspek QoE .

a. Pengujian QoS

Pengujian pada tahap ini dilakukan setelah konfigurasi metode PCQ (gambar 1) diterapkan pada setiap perangkat. Selanjutnya, pengukuran dilakukan berdasarkan standar QoS yang mencakup parameter throughput, packet loss, delay, dan jitter, dengan bantuan perangkat lunak utilitas Wireshark [4] [5]. Setelah pengukuran yang pertama dilakukan pada semua laptop pengguna melakukan aktifitas *download file* atau *streaming* di platform YouTube. (https://www.youtube.com/watch?v=mzX0rhF8buo&list=RDmzX0rhF8buo&start_radio=1)

Berdasarkan dari data *capture* pada aplikasi Wireshark yang didapat, diperlukan perhitungan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dari parameter-parameter yang sudah ditentukan. Untuk mencari nilai dari parameter-parameter QoS menggunakan formula berikut:

1. *Throughput*

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim(byte)}}{\text{waktu pengiriman data (s)}} \quad (3.1)$$

2. *Delay*

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}} \quad (3.2)$$

3. *Packet Loss*

$$\text{Packet loss} = \frac{\text{Paket Data Dikirim} - \text{Paket diterima}}{\text{Paket Data Dikirim}} \times 100 \quad (3.3)$$

4. *Jitter*

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Paket Diterima}} \quad (3.4)$$

b. Pengujian QoE

Tahapan ini diawali dengan pengumpulan data melalui penyebaran angket. Data yang diperoleh kemudian disusun dalam bentuk tabel pengujian variabel QoE. Hasil pengujian tersebut dianalisis lebih lanjut guna memperoleh gambaran kualitas dari objek yang diteliti. Untuk mengevaluasi tingkat kepuasan terhadap implementasi manajemen bandwidth yang telah diterapkan, peneliti menyusun sejumlah pertanyaan yang ditujukan kepada pengguna atau klien dari jaringan hotspot uji PCQ, sebagai berikut:

Tabel 3. Kuesioner Survei Kepuasan Pelanggan

Variabel	Sub variabel	Indikator	Kuesioner	Skala
QoE	Quality of Effectiveness	Network	Apakah jaringan Hotspot uji cepat ?	Ordinal
			Apakah hotspot uji PCQ tidak mengalami terputus saat digunakan ?	Ordinal
			Apakah jaringan hotspot uji PCQ tidak mengalami delay/keterlambatan?	Ordinal
	Quality of Efficiency	Aplikasi, Service	Apakah jaringan hotspot uji PCQ berfungsi dengan baik ?	Ordinal
		Server	Server jaringan hotspot uji PCQ beroperasi setiap waktu ?	Ordinal
		Device, handset	Penggunaan jaringan hotspot uji PCQ berfungsi sesuai dengan kebutuhan ?	Ordinal
			Apakah hotspot uji PCQ berfungsi dengan baik ?	Ordinal
		Application, server	Hotspot uji memiliki authentication login yang aman?	Ordinal
		network	Hotspot uji memberikan kebebasan bagi pengguna dalam menggunakan layanan?	Ordinal
	Usability	Device	Apakah hotspot uji PCQ memiliki waktu respon yang baik?	Ordinal
			Penggunaan hotspot uji PCQ sesuai dengan kebutuhan?	Ordinal
			pengguna tidak perlu menggunakan perangkat tambahan untuk bisa menggunakan hotspot uji PCQ ?	Ordinal

Variabel	Sub variabel	Indikator	Kuesioner	Skala
		<i>Application, service</i>	Apakah hotspot uji PCQ bisa diakses kapan saja?	Ordinal
			Apakah hotspot uji PCQ mudah diakses ?	Ordinal
	Context	<i>Environmental Context</i>	Hotspot uji dapat digunakan diluar maupun di dalam ruangan?	Ordinal
			Hotspot uji bisa digunakan disegala jenis cuaca?	Ordinal
			Hotspot uji dapat diakses berpindah tempat?	Ordinal
		<i>Personal and social context</i>	Hotspot uji mampu menyediakan layanan yang baik bagi pengguna ?	Ordinal
		<i>Cultural context</i>	Hotspot uji bisa digunakan berbagai usia?	Ordinal
		<i>Technological context</i>	Hotspot uji dapat di akses melalui berbagai macam perangkat pengguna?	Ordinal

Pengukuran QoE menggunakan skala Likert yang berfungsi mengukur sikap, pendapat dan persepsi. Hasil penyebaran kuesioner ke responden (warga desa)/klien pengguna hotspot uji PCQ dengan cara skoring untuk dianalisis. Adapun langkah menentukan seberapa puas pengguna sebagai berikut [6] [7]:

- Menentukan alternatif jawaban yang digunakan, alternatif jawaban yang digunakan dipenelitian ini adalah :
SS = Sangat Setuju, S = Setuju, KS = Kurang Setuju, TS = Tidak Setuju, STS = Sangat Tidak Setuju.
- Menentukan skor alternatif jawaban yang digunakan, skor alternatif yang digunakan dalam penelitian adalah skala Likert maka skor alternatifnya sebagai berikut :
 - Sangat Setuju : 5
 - Setuju : 4
 - Kurang Setuju : 3
 - Tidak Setuju : 2
 - Sangat Tidak Setuju : 1
- Tentukan skor tertinggi dan skor terendah berdasarkan skor alternatif jawaban dan dikali dengan jumlah responden (N) dalam penelitian untuk mengetahui nilai awal dan nilai akhir. Berikut adalah cara penghitungannya :
Skor tertinggi : 5 x (N) Jumlah responden
Skor terendah : 1 x (N) Jumlah responden
- Lakukan pembagian skor tertinggi dengan jumlah skala yang digunakan dalam penelitian untuk mengetahui jenjang untuk setiap alternatif jawaban Jenjang = Skor tertinggi : 5
- Penentuan jumlah skor ideal:
 - Sangat Setuju : 5 x (N) Jumlah Responden
 - Setuju : 4 x (N) Jumlah Responden
 - Kurang Setuju : 3 x (N) Jumlah Responden
 - Tidak Setuju : 4 x (N) Jumlah Responden
 - Sangat Tidak Setuju : 1 x (N) Jumlah Responden

Hasil skoring yang didapatkan dengan skala likert tersebut dihitung nilai *mean* kualitas layanan dari hotspot uji PCQ dengan rumus sebagai berikut:

$$MOS = \frac{\sum skor\ pengguna}{jumlah\ responden} \quad (3.5)$$

Keterangan : Skor Pengguna : Nilai yang diberikan oleh setiap pengguna pada skala tertentu (misalnya 1 = buruk hingga, 5 = sangat baik).

Jumlah Responden : Total pengguna yang memberikan skor.

Interpretasi nilai Mean Opinion Score (MOS) merupakan standar umum yang banyak digunakan dalam penelitian QoE maupun QoS, terutama untuk layanan seperti VoIP, video *streaming*, maupun pengujian jaringan (termasuk hotspot). Format kategorisasi tersebut tidak berasal dari satu sumber tunggal, melainkan merupakan hasil adopsi dari berbagai standar dan literatur yang menyederhanakan penilaian subjektif pengguna ke dalam skala 1–5 likert yang digunakan pada penelitian ini. Berikut ditampilkan tabel interpretasi MOS sesuai adopsi tersebut [8] [9].

Tabel 4. Interpretasi Nilai MOS

Nilai MOS	Kategori Kualitas	Keterangan
4.1 – 5.0	Sangat Baik (Puas)	Layanan sangat memuaskan dan tidak menimbulkan kendala berarti saat digunakan
3.1 – 4.0	Baik (Cukup Puas)	Layanan berjalan dengan baik, meskipun masih ada sedikit kekurangan
2.1 – 3.0	Cukup (Netral)	Pengguna menilai layanan biasa saja, tidak buruk tapi juga tidak terlalu baik
1.1 – 2.0	Buruk (Tidak Puas)	Layanan sering mengalami kendala sehingga mengganggu kenyamanan penggunaan
1.0	Sangat Buruk	Pengguna sangat tidak puas, layanan gagal memenuhi harapan

2.3 Analisis dan Hasil Pengujian QoS dan QoE

Analisis Analisis dilakukan berdasarkan data simulasi jaringan hotspot uji PCQ melalui pengujian QoS dengan 3 (tiga) laptop selama 60 detik dan pengujian QoE oleh 10 (sepuluh) responden. Hasil pengukuran QoS dan QoE kemudian dibandingkan untuk menilai kesesuaian dengan standar kualitas dan persepsi pengguna, yang selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi stabilitas jaringan dan merumuskan solusi atas permasalahan yang ditemukan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa hal dijelaskan hasil dari implementasi manajemen bandwidth menggunakan PCQ yang dibangun berdasarkan kondisi ideal dan pengujian dilakukan terhadap jaringan hotspot uji dengan standar QoS TIPHON [3] dan QoE kepuasan pengguna untuk memastikan hotspot uji PCQ layak digunakan dalam implementasinya.

3.1 Pengujian QoS TIPHON

1. Throughput

Table 5. hasil pengujian Throughput

Pengujian		Jml Paket (byte)	Time (s)	Throughput (kbps)	Indeks
Laptop 1	Pengujian 1	7166	60,14	8421	4
	Pengujian 2	11234	58,50	1425	4
	Pengujian 3	12183	58,95	1663	4
	Pengujian 4	7039	60,00	7663	4
	Pengujian 5	10716	58,38	1354	3
Laptop 2	Pengujian 1	2096	59,57	2488	4
	Pengujian 2	11338	61,58	1555	4
	Pengujian 3	6308	66,30	8527	4
	Pengujian 4	5304	59,94	8986	4
	Pengujian 5	3227	53,72	4415	4
Laptop 3	Pengujian 1	7720	55,12	9803	4
	Pengujian 2	7500	58,11	9234	4
	Pengujian 3	8036	70,12	8525	4
	Pengujian 4	6927	56,28	9306	4
	Pengujian 5	4027	66,49	3464	4
Rata-rata Waktu				60,21 s	
Rata-rata Throughput				5788 kbps	

2. Packet loss

Table 6. hasil pengujian Packet Loss

Pengujian		Paket dikirim (byte)	Paket diterima (byte)	Loss (%)	Indeks
Laptop 1	Pengujian 1	7166	7165	0,0	4
	Pengujian 2	11234	11232	0,0	4
	Pengujian 3	12183	12182	0,0	4
	Pengujian 4	7039	7038	0,0	4
	Pengujian 5	10716	10715	0,0	4
Laptop 2	Pengujian 1	2096	1974	5,8	3
	Pengujian 2	11338	10848	4,3	3
	Pengujian 3	6308	6127	2,9	4
	Pengujian 4	5304	5201	1,9	4
	Pengujian 5	3237	3057	5,6	3
%Laptop 3	Pengujian 1	7720	7715	0,1	4
	Pengujian 2	7500	7500	0	4
	Pengujian 3	8036	8036	0	4
	Pengujian 4	6927	6926	0	4
	Pengujian 5	4027	4027	0	4
Rata-rata Packet Loss				1,3%	

3. Delay

Table 7. hasil pengujian delay

Pengujian		Paket diterima (byte)	Total delay (ms)	Delay(ms)	Indeks
Laptop 1	Pengujian 1	7165	60,14	8,3	4
	Pengujian 2	11232	58,50	5,2	4
	Pengujian 3	12182	58,95	4,8	4
	Pengujian 4	7038	60,00	8,5	4
	Pengujian 5	10715	58,38	5,4	4
Laptop 2	Pengujian 1	1974	59,57	28,4	4
	Pengujian 2	10848	61,58	5,4	4
	Pengujian 3	6127	66,30	10,5	4
	Pengujian 4	5201	59,94	11,3	4
	Pengujian 5	3057	53,7	16,6	4
Laptop 3	Pengujian 1	7715	55,12	7,1	4
	Pengujian 2	7500	58,11	7,7	4
	Pengujian 3	8036	70,12	8,7	4
	Pengujian 4	6926	56,9	8,1	4
	Pengujian 5	4027	66,49	16,5	4
Rata-rata Delay				9,6 ms	

4. Jitter

Table 8. hasil pengujian jitter

Pengujian		Paket diterima (byte)	Variasi delay (ms)	jitter (ms)	Indeks
Laptop 1	Pengujian 1	7165	60,14	7,9	4
	Pengujian 2	11232	58,50	5,1	4
	Pengujian 3	12182	58,95	4,9	4
	Pengujian 4	7038	60,00	8,4	4
	Pengujian 5	10715	58,38	5,6	4
Laptop 2	Pengujian 1	1974	59,57	26,9	3
	Pengujian 2	10848	61,58	5,4	4
	Pengujian 3	6127	66,30	10,4	4
	Pengujian 4	5201	59,94	11,3	4

Pengujian		Paket diterima (byte)	Variasi delay (ms)	jitter (ms)	Indeks
	Pengujian 5	3057	53,7	16,6	4
Laptop 3	Pengujian 1	7715	55,12	7,1	4
	Pengujian 2	7500	58,11	7,7	4
	Pengujian 3	8036	70,12	8,7	4
	Pengujian 4	6926	56,9	8,0	4
	Pengujian 5	4027	66,49	16,5	4
Rata-rata Jitter				10,3 ms	

a. Pengujian QoE

1. Quality of effectiveness

Table 9. Hasil Quality of Effectiveness

Pertanyaan	SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	SS (1)	Jml Rpd	Skor Total	(%)	Skor Ideal	MOS
Server hotspot uji PCQ beroperasi setiap waktu ?	7	2	0	0	0	9	45	89%	50	4.5
Apakah hotspot uji PCQ tidak mengalami terputus saat digunakan ?	6	4	0	0	0	10	46	92%	50	4.6
Apakah jaringan hotspot uji PCQ tidak mengalami delay/keterlambatan?	5	5	0	0	0	10	45	90%	50	4.5
Rerata skoring							44,3	90,3%	50	4.5

2. Quality of efficiency

Table 10. Hasil Quality Of Efficiency

Pertanyaan	SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	STS (1)	Jml Rpd	Skor Total	(%)	Skor Ideal	MOS
Apakah hotspot uji PCQ memiliki waktu respon yang baik ?	5	4	1	0	0	10	40	80%	50	4
Server jaringan hotspot uji PCQ beroperasi setiap waktu ?	7	2	0	0	0	9	43	86%	50	4.3
Penggunaan jaringan hotspot uji PCQ berfungsi sesuai dengan kebutuhan ?	6	3	1	0	0	10	45	90%	50	4.5
Apakah hotspot uji PCQ berfungsi dengan baik ?	6	4	0	0	0	10	46	92%	50	4.6
Hotspot uji memiliki authentication login yang aman	5	5	0	0	0	10	45	90%	50	4.5

Pertanyaan	SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	STS (1)	Jml Rpd	Skor Total	(%)	Skor Ideal	MOS
Hotspot uji memberikan kebebasan bagi pengguna ketika menggunakan layanan?	5		0	0	0	10	45	90%	50	4.5
Rerata skoring							44	88 %	50	4.4

3. Usability

Table 11. Hasil Usability

Pertanyaan	S (5)	S (4)	N (3)	S (2)	STS (1)	Jml Rpd	Skor Total	(%)	Skor Ideal	MOS
Apakah hotspot uji PCQ memiliki waktu respon yang baik ?	5	4	1	0	0	10	40	80%	50	4
Penggunaan hotspot uji PCQ sesuai dengan kebutuhan ?	5	3	2	0	0	10	43	86%	50	4.3
Pengguna tidak perlu menggunakan perangkat tambahan untuk bisa menggunakan hotspot uji PCQ ?	5	5	0	0	0	10	45	90%	50	4,5
Apakah hotspot uji PCQ bisa diakses kapan saja?	4	4	1	0	0	9	39	78%	50	3.9
Apakah hotspot uji PCQ mudah diakses ?	6	3	1	0	0	10	45	90%	50	4.5
Rerata skoring							42,4	84,8%	50	3.34

4. Context

Table 12 Hasil Context

Pertanyaan	SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	STS (1)	Jml Rpd.	Skor Total	(%)	Skor Ideal	MOS
Hotspot uji dapat digunakan diluar maupun didalam ruangan?	5	4	1	0	0	10	44	88%	50	4.4
Hotspot uji dapat digunakan disegala cuaca ?	4	4	2	0	0	10	46	84%	50	4.6
Hotspot uji dapat digunakan pengguna ketika berpindah tempat?	5	4	1	0	0	10	44	88%	50	4.4
Hotspot uji mampu menyediakan layanan yang baik bagi pengguna ?	4	4	2	0	0	10	42	84%	50	4.2
Hotspot uji bisa digunakan berbagai usia ?	4	6	0	0	0	10	45	90%	50	4.5
Hotspot uji dapat diakses melalui berbagai macam perangkat pengguna	4	5	1	0	0	10	43	90%	50	4.3
Rerata skoring							44	87,3%	50	4.4

b. Analisis dan Hasil Pengujian QoS dan QoE

Tabel 13. Resume Nilai Hasil Pengujian QoS Dan Qoe

Quality of Service			Quality of Experience		
Parameter	Rerata Nilai	Kategori (Tiphon)	Sub Variabel	Nilai MOS	Kategori ITU-T P800
Throughput	5788 kbps	4(Sangat bagus)	Quality of Effectiveness	4,5	Puas
Packet Loss	1,3 %	4 (sangat bagus)	Quality of efficiency	4,4	Puas
Delay	9,6 ms	4 (sangat bagus)	Usability	3,34	Cukup Puas
Jitter	10,3 ms	3 (bagus)	Context	4,4	Puas

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ pada MikroTik efektif dalam menjaga kestabilan jaringan hotspot. Bandwidth dapat terbagi secara merata tanpa dominasi pengguna tertentu, meskipun jumlah pengguna meningkat. Hasil pengujian parameter QoS menunjukkan kualitas jaringan sangat baik berdasarkan standar Tiphon, dengan nilai indeks tinggi untuk throughput, delay, dan packet loss, serta nilai baik untuk jitter. Sementara itu, pengujian QoE melalui kuesioner menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi, dengan seluruh indikator mencapai skor di atas 84%. Hal ini menandakan bahwa manajemen bandwidth berbasis PCQ mampu memberikan pengalaman penggunaan jaringan yang responsif, stabil dan memuaskan.

5. KONTRIBUSI PENELITIAN

Penelitian ini bermanfaat secara praktis dalam membantu administrator jaringan mengelola bandwidth secara adil menggunakan fitur PCQ pada MikroTik, sehingga stabilitas koneksi pada jaringan hotspot tetap terjaga meskipun digunakan oleh banyak pengguna. Selain itu, penelitian ini memberikan solusi teknis untuk mengatasi permasalahan umum jaringan seperti rendahnya *throughput*, tingginya *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Melalui pendekatan manajemen bandwidth yang tepat, penelitian ini juga mampu meningkatkan pengalaman pengguna (QoE) dengan menghadirkan akses internet yang lebih stabil dan responsif. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi institusi atau penyedia layanan untuk meningkatkan kualitas jaringan hotspot secara efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Musmuharam and C. Eko Suharyanto, "Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Pada Jaringan Internet," *Innov. Res. Informatics*, vol. 2, no. 2, pp. 69–79, 2020.
- [2] Z. Saharuna, R. Nur, and A. Sandi, "Analisis Quality Of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode PCC Dan NTH," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 5, no. 1, p. 131, 2020, doi: 10.24114/cess.v5i1.14629.
- [3] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," vol. 1, pp. 1–37, 1999.
- [4] A. Kharis, Darsanto, and Mukhsin, *Rekayasa Arsitektur Jaringan Internet Menggunakan Framework Agile Kanban dan Analisis QoS (Quality of Service) Pada Metode Load Balancing*. 2023.
- [5] J. U. Tutu, F. Hariadi, R. Mikaela, and I. Malo, "Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Mikrotik Hotspot di SMP Negeri 2 Rindi (Implementation of Bandwidth Management Using Mikrotik Hotspot at SMP N 2 Rindi)," *J. Inov. WACANA*, vol. 01, no. 03, pp. 152–163, 2022.
- [6] B. Simamora, "Skala Likert, Bias Penggunaan dan Jalan Keluarnya," *J. Manaj.*, vol. 12, no. 1, pp. 84–93, 2022, doi: 10.46806/jman.v12i1.978.
- [7] G. Kougioumtzidis, V. Poulkov, Z. D. Zaharis, and P. I. Lazaridis, "A survey on multimedia services QoE assessment and machine learning-based prediction," *Ieee Access*, vol. 10, pp. 19507–19538, 2022.
- [8] ITU-T, "Methods for Subjective Determination of Transmission Quality," 2019. <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.800/en>
- [9] A. F. Zulkarnain, N. Hijriana, A. Awaliyah, and E. S. Wijaya, "Analisis Quality of Service dan Quality of Experience Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Telkomsel Orbit," *Technol. J. Ilm.*, vol. 16, no. 1, pp. 78–85, 2025.