

Evaluation of Wireless LAN Quality of Service (QoS) in Primary Education Using TIPHON Standards

Hizkiana Ruli Oktaseli ^{1*}, Andika Agus Slameto ^{2*}

* Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta

hizkianaruli@students.amikom.ac.id¹, rmkt.andika@amikom.ac.id²

Article Info

Article history:

Received 2024-11-28

Revised 2025-01-17

Accepted 2025-01-21

Keyword:

*Delay,
Packet Loss,
Quality of Service,
Wireless LAN Network,
Wireshark.*

ABSTRACT

In the current digital era, internet connectivity in schools is crucial to support teaching and learning activities. SD Negeri 2 Sumber has implemented a wireless LAN network to provide internet access for students and teachers. This study aims to evaluate the network performance by measuring Quality of Service or QoS parameters, namely throughput, packet loss, delay, and jitter. The evaluation was conducted using Wireshark to monitor network traffic. The results show that the average throughput for video streaming is 4.251 Kbps, browsing is 1.425 Kbps, and downloading is 3.106 Kbps. The average packet loss is 1.66 % for video streaming, 4.6 % for browsing, and 2.66 % for downloading. The average delay for video streaming is 1.64 ms, browsing is 5.92 ms, and downloading is 2.32 ms. The average jitter is 1.62 ms for video streaming, 5.92 ms for browsing, and 2.16 ms for downloading. Based on the QoS parameters, the network quality is categorized as good according to TIPHON standards with a final score of 3.75. Although the overall network quality is good, there are several areas that need optimization, such as browsing activities, which show slightly higher throughput and jitter compared to other activities. This study provides a clear overview of wireless network performance and offers recommendations for further optimization to enhance user experience, particularly in activities involving browsing and school administration.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi, internet telah menjadi salah satu kebutuhan utama yang berpengaruh besar di berbagai sektor dan digunakan secara luas oleh masyarakat dari berbagai latar belakang di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan hampir semua aktivitas pribadi maupun di lingkungan publik harus melibatkan jaringan internet. Internet (Interconnection Network) adalah jaringan komunikasi yang bersifat luas dan terbuka, menghubungkan berbagai jaringan komputer melalui jalur telepon, baik milik pribadi maupun umum[1]. Pesatnya perkembangan internet di abad ke-21 telah membawa perubahan signifikan dalam perilaku masyarakat dan menciptakan peluang bagi mereka yang ingin memulai bisnis. Namun, di sisi lain, internet juga dapat menjadi ancaman bagi mereka yang tidak mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi. Oleh karena itu, internet kini memiliki pengaruh

besar di berbagai aspek kehidupan, seperti pendidikan, kesehatan, sosial, politik, dan budaya.

Internet banyak digunakan karena memiliki manfaat yang besar yaitu untuk memperoleh informasi yang luas dari seluruh dunia dengan cepat. Didasari hal itulah, diperlukan jaringan internet yang memiliki kecepatan akses tinggi agar dapat memberikan kepuasan bagi penggunanya. Hal ini tentu saja membuat para penyedia layanan internet untuk terus meningkatkan infrastruktur dan teknologi jaringannya guna menjamin kecepatan dan kualitas layanan internet yang memadai. Lalu lintas jaringan yang kompleks tentunya memerlukan manajemen jaringan yang baik. Penggunaan bandwidth yang kurang optimal dapat menyebabkan ketidakpastian pada parameter jaringan internet. Selain itu, menjaga keamanan jaringan internet sangat penting untuk melindungi data dari ancaman eksternal yang dapat membahayakan informasi pribadi, perusahaan, atau lingkungan publik. Contoh lingkungan publik yang

terorganisir adalah institusi pendidikan seperti sekolah dan universitas.

Jaringan Local Area Network (LAN) merupakan salah satu infrastruktur penting dalam mendukung aktivitas berbasis teknologi, terutama di lingkungan pendidikan. Dalam konteks sekolah, jaringan LAN memungkinkan akses internet untuk berbagai kegiatan pembelajaran, seperti penggunaan platform e-learning, penilaian berbasis komputer, hingga kolaborasi digital antar siswa dan guru. Namun, keberhasilan implementasi jaringan LAN sangat ditentukan oleh kualitas layanan yang diberikan, atau yang dikenal dengan istilah Quality of Service (QoS).

Evaluasi QoS menjadi langkah krusial untuk memastikan bahwa infrastruktur jaringan mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan optimal. QoS mencakup pengukuran parameter teknis seperti latency, jitter, packet loss, dan throughput, yang semuanya mempengaruhi pengalaman pengguna dalam menggunakan layanan jaringan. Di fasilitas pendidikan, parameter-parameter ini menjadi sangat penting untuk menjamin kelancaran proses pembelajaran yang semakin bergantung pada teknologi.

Berbagai alasan mendasari dibangunnya jaringan internet di lingkungan pendidikan seperti sekolah dan karena hal itulah peneliti memilih lokasi penelitian di SD Negeri 2 Sumber. Di lingkungan sekolah ini, jaringan internet tidak hanya diberikan untuk digunakan secara pribadi oleh penghuni sekolah tetapi juga digunakan sebagai pendukung kegiatan dan pekerjaan yang memerlukan koneksi internet. Namun beberapa kendala dilaporkan seperti koneksi yang terkadang lambat dan performa jaringan yang menurun saat banyak perangkat terkoneksi secara bersamaan. Oleh karena itu, sangat penting bagi pihak sekolah untuk memastikan kualitas layanan internet yang optimal guna mendukung kelancaran kegiatan dan pekerjaan yang bergantung pada jaringan internet. Hal ini menunjukkan perlunya evaluasi menyeluruh terhadap QoS pada jaringan di sekolah tersebut untuk mengidentifikasi permasalahan dan memberikan solusi yang tepat. Koneksi yang buruk dapat menghambat kelancaran proses belajar-mengajar di sekolah [2]. Untuk mendukung dasar teori dalam penelitian ini, perlu disajikan beberapa penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya. Berikut beberapa penelitian terkait yang telah dipublikasikan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan pada tahun 2021 oleh Andi Rizky Maulana dan timnya menganalisis QoS dengan membandingkan tiga penyedia layanan berbeda, yaitu Telkomsel, XL, dan 3. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa Telkomsel adalah penyedia layanan terbaik untuk mengakses situs e-Learning Universitas Syiah Kuala, karena memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan penyedia lainnya[3].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhamad Hasbi dan Naldo Rafli Saputra pada tahun 2021 menganalisis QoS dan juga melakukan analisis PIECES. Penelitian ini menggunakan Wireshark untuk pengumpulan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan di Kantor Pusat King Bukopin termasuk dalam kategori "baik"[4].

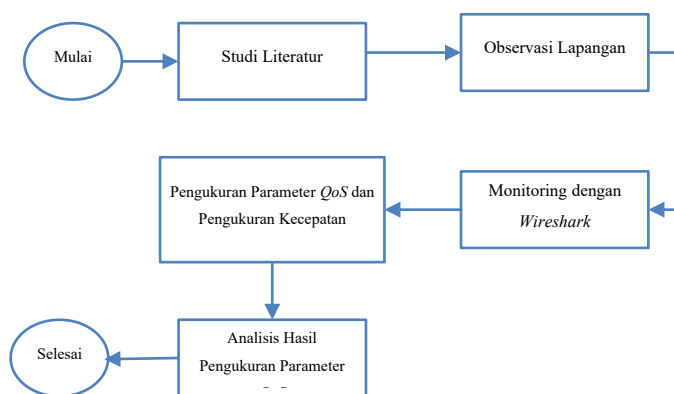
Pada penelitian yang dilakukan oleh Abdilah Yusuf dan timnya pada tahun 2024, dilakukan analisis QoS untuk menilai kinerja jaringan VSAT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan ini sangat cocok diterapkan di SD 65 Seluma serta sekolah-sekolah yang berada di daerah pinggiran kota[5].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis QoS pada jaringan LAN di SD Negeri 2 Sumber dengan pendekatan yang lebih mendalam. Alat Wireshark akan digunakan untuk menganalisis data jaringan secara detail, sementara pengukuran kecepatan jaringan dilakukan menggunakan layanan Speed Test by Ookla. Pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait performa jaringan dalam berbagai kondisi. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada pemanfaatan standar TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) untuk mengevaluasi QoS, yang memungkinkan pengukuran berbasis standar internasional.

Dengan diterapkannya sistem analisis QoS ini, hasil penelitian diharapkan tidak hanya memberikan wawasan mendalam tentang kualitas layanan jaringan yang ada, tetapi juga menjadi dasar untuk perbaikan dan optimasi jaringan di SD Negeri 2 Sumber. Lebih jauh lagi, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi institusi pendidikan lainnya dalam mengelola dan meningkatkan performa jaringan LAN di lingkungan serupa.

II. METODE

Peneliti harus memilih metode yang tepat sesuai dengan permasalahan yang diteliti agar tujuan penelitian dapat tercapai. Berdasarkan pertimbangan tersebut, peneliti memutuskan untuk menggunakan metode observasi lapangan. Berikut adalah alur penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

A. Studi Literatur

Dalam sebuah penelitian, langkah pertama yang dapat dilakukan adalah melakukan studi literatur. Langkah ini merupakan metode untuk mengatasi masalah dengan menelusuri berbagai sumber dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Tahapan ini juga berfungsi

sebagai referensi untuk menentukan langkah-langkah yang akan diambil dalam penyelesaian masalah penelitian[6].

B. Observasi Lapangan

Observasi lapangan adalah metode pengumpulan data dengan cara mengamati langsung lokasi yang menjadi objek penelitian. Observasi ini dilakukan untuk melihat kondisi di tempat penelitian[7]. SD Negeri 2 Sumber terletak di Berbah, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kondisi jaringan sekolah ini dapat dikatakan masih belum stabil jika dilihat secara langsung sebelum dilakukan pengukuran menggunakan alat, karena jaringan internet di sini baru dibangun dalam waktu yang relatif singkat. Pembangunan jaringan komputer di sekolah ini bertujuan untuk mendukung proses pembelajaran siswa serta membantu guru dalam mengelola data sekolah. Jumlah perangkat yang terhubung adalah 20 perangkat komputer serta memiliki 2 access point yang terletak di kantor guru dan di lab komputer.

C. Monitoring Wireshark

Monitoring dilakukan dengan cara mengamati paket-paket data yang terdeteksi atau dibaca oleh Wireshark. Wireshark adalah sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk menganalisis jaringan internet, dan memungkinkan untuk merekam serta memantau lalu lintas jaringan secara langsung.

D. Pengukuran Parameter QoS dan Pengukuran Kecepatan Internet

Mengukur nilai Quality of Service menurut standar kualitas jaringan dari TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) dan menghitung kecepatan internet dengan menggunakan layanan website Speed Test by Ookla. TIPHON merupakan standar global yang dikelola oleh ETSI (European Telecommunications Standards Institute) untuk menilai parameter QoS (Quality of Service)[8]. TIPHON adalah sebuah standar yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas layanan jaringan dengan mengukur parameter-parameter tertentu[9]. Standar ini dirancang untuk memastikan interoperabilitas dan kualitas optimal pada jaringan berbasis IP.

E. Analisis Hasil Pengukuran Parameter QoS

Setelah data QoS dikumpulkan melalui pengukuran kualitas layanan jaringan menggunakan Wireshark, melakukan analisis dengan membandingkan hasil pengukuran QoS terhadap standar TIPHON[10].

F. Skenario Pengujian

Penelitian ini dilaksanakan selama lima hari, dengan pengambilan data setiap harinya berdasarkan ketentuan sebagai berikut:

1) *Pelaksanaan*: Penelitian dilaksanakan pada siang hari, tepatnya antara pukul 11.15 hingga 11.36, dengan pertimbangan bahwa pada rentang waktu tersebut penggunaan internet di lokasi ini cenderung tinggi.

2) *Lokasi*: Jarak antara lokasi pengukuran dengan access point adalah sekitar 50 meter.

3) *Pengujian Kecepatan*: Pengujian kecepatan internet dilakukan menggunakan layanan Speed Test oleh Ookla.

4) *Pengambilan Data Youtube*: Pengambilan data pertama dilakukan dengan pengujian streaming video di platform YouTube dengan kualitas video 1080p selama 5 menit.

5) *Pengambilan Data Browsing*: Pengambilan data kedua dilakukan dengan pengujian browsing, yaitu membuka situs web X (Twitter) selama 3 menit.

6) *Pengambilan Data Download*: Pengambilan data ketiga dilakukan dengan pengujian download file MP3 berukuran 4.1 MB, dengan estimasi waktu yang digunakan untuk mengunduh adalah 1 menit.

7) *Perhitungan dan Analisis*: Semua data yang diperoleh digunakan untuk perhitungan parameter Quality of Service (QoS).

G. Quality of Service

Quality of Service (QoS) merupakan metode untuk menilai kualitas jaringan internet, baik atau buruknya kinerja jaringan tersebut. Parameter-parameter dalam QoS meliputi throughput, delay, packet loss, dan jitter yang diukur sesuai dengan standarisasi TIPHON. Standar TIPHON mengelompokkan nilai QoS ke dalam empat kategori berdasarkan nilai indeks tertentu[11]. Tabel dibawah ini merupakan kategori nilai standar QoS dalam TIPHON[12].

TABEL I
STANDARISASI NILAI QOS MENURUT TIPHON

| Nilai | Persentase (%) | Index |
|----------|----------------|--------------|
| 3.8 - 4 | 95 - 100 | Sangat Baik |
| 3 - 3.79 | 75 - 94,75 | Baik |
| 2 - 2,99 | 50 - 74,75 | Nilai Sedang |
| 1 - 1,99 | 25 - 49,75 | Buruk |

Berdasarkan Tabel 1, dapat disimpulkan beberapa hal. Kategori “sangat baik” dilihat dengan hasil indeks 3,8-4 dengan persentase 95-100% akan menunjukkan performa jaringan sangat optimal. Kategori “baik” dilihat dengan hasil indeks 3,0-3,79 dengan persentase 75-94,75% akan menunjukkan performa jaringan memadai dengan sedikit masalah. Kategori “sedang” dilihat dengan hasil indeks 2-2,99 dengan persentase 50-74,75% akan menunjukkan adanya kendala signifikan yang mempengaruhi kualitas. Kategori yang terakhir adalah kategori “buruk” dilihat dari hasil indeks 1-1,99 dengan persentase 25-49,75% menunjukkan jaringan tidak dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Berikut ini disajikan penjelasan mengenai parameter-parameter Quality of Service (QoS) yang digunakan dalam pengukuran.

1) *Throughput*: Throughput merupakan total jumlah paket yang ditransfer dalam periode waktu tertentu, yang diukur dalam satuan bit per detik (bps)[13]. Meskipun throughput dan bandwidth keduanya diukur bit per detik

(bps), keduanya memiliki perbedaan mendasar yaitu kondisi nilai throughput yang dinamis sedangkan bandwidth memiliki sifat tetap. Untuk mendapatkan hasil throughput dapat menggunakan rumus sebagai berikut[12].

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (1)$$

Tabel dibawah ini adalah kategori nilai throughput[12].

TABEL 2
KATEGORI NILAI THROUGHPUT

| Kategori | Throughput | Index |
|-------------|----------------------|-------|
| Sangat Baik | > 2.1 Mbps | 4 |
| Baik | 1200 Kbps - 2.1 Mbps | 3 |
| Sedang | 700 Kbps - 1200 Kbps | 2 |
| Buruk | 338 Kbps - 699 Kbps | 1 |

2) *Packet Loss*: Parameter yang berfungsi menunjukkan kondisi paket yang gagal mencapai tujuan, yang dapat disebabkan oleh terjadinya tabrakan (collision) atau kepadatan (congestion) pada jaringan[14]. Untuk menghitung packet loss dapat menggunakan rumus sebagai berikut[12].

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Paket yang dikirim}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel dibawah ini adalah kategori nilai packet loss[14].

TABEL 3
KATEGORI NILAI PACKET LOSS

| Kategori | Packet Loss(%) | Index |
|-------------|----------------|-------|
| Sangat Baik | 0 % - 2 % | 4 |
| Baik | 3 % - 14 % | 3 |
| Sedang | 15 % - 24 % | 2 |
| Buruk | > 25 % | 1 |

3) *Delay*: Waktu yang dibutuhkan paket untuk dikirim dan diterima. Faktor-faktor seperti kepadatan jaringan (congestion), jarak, jenis media fisik, dan lamanya waktu pemrosesan dapat menyebabkan terjadinya delay. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung delay[15].

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (3)$$

Tabel dibawah ini adalah kategori nilai delay[15].

TABEL 4
KATEGORI NILAI DELAY

| Kategori | Delay(ms) | Index |
|-------------|-----------|-------|
| Sangat Baik | < 150 | 4 |
| Baik | 150 - 300 | 3 |
| Sedang | 300 - 450 | 2 |
| Buruk | > 450 | 1 |

4) *Jitter*: Jitter terjadi akibat fluktuasi panjangnya antrian, durasi dalam memproses data, serta waktu perakitan ulang paket di tujuan akhir. Parameter jitter seringkali disamakan dengan variasi delay, hal ini dikarenakan jitter berkaitan erat dengan delay[16]. Parameter ini mengukur

seberapa besar variasi delay selama proses pengiriman data[17].

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (4)$$

$$\text{Total variasi delay} = \text{Delay} - (\text{Rata - rata Delay})$$

Tabel dibawah ini adalah kategori nilai jitter[17].

TABEL 5
KATEGORI NILAI JITTER

| Kategori | Jitter(ms) | Index |
|-------------|------------|-------|
| Sangat Baik | 0 | 4 |
| Baik | 0 - 75 | 3 |
| Sedang | 75 - 125 | 2 |
| Buruk | 125 - 225 | 1 |

III. HASIL PENELITIAN

Berdasarkan observasi lapangan jika dilihat tanpa bantuan alat, jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber menggunakan router mikrotik untuk menghubungkan ke jaringan internet. Penggunaan internet di sekolah ini masih terbatas untuk lab komputer sekolah dan untuk kepentingan pekerjaan pegawai di sekolah. Pengujian dilakukan selama lima hari berdasarkan skenario pengujian yang telah ditetapkan dalam metodologi penelitian.

A. Pengukuran Kecepatan Internet

Pengukuran kecepatan internet dilakukan dengan menggunakan layanan website Speed Test by Ookla. Berikut adalah hasil dari pengukuran kecepatan internet di SD Negeri 2 Sumber yang dilakukan selama lima hari.

1) *Pengukuran hari pertama*: Pengukuran hari pertama mendapatkan hasil kecepatan internet untuk unduh adalah 4.80 Mbps dan unggah 4.69 Mbps.

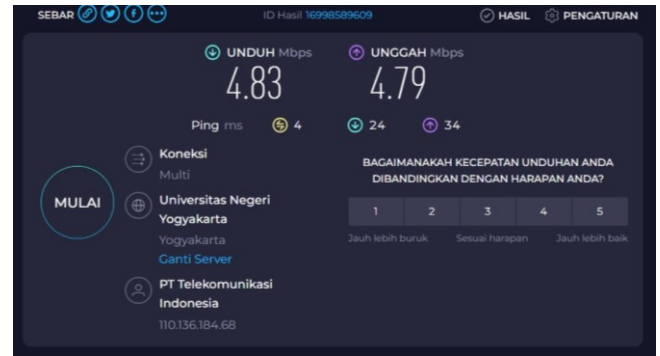


Gambar 2. Pengukuran Kecepatan Internet Hari Pertama

2) *Pengukuran hari kedua*: Pengukuran hari kedua mendapatkan hasil kecepatan internet untuk unduh adalah 4.83 Mbps dan unggah 4.81 Mbps.



Gambar 3. Pengukuran Kecepatan Internet Hari Kedua



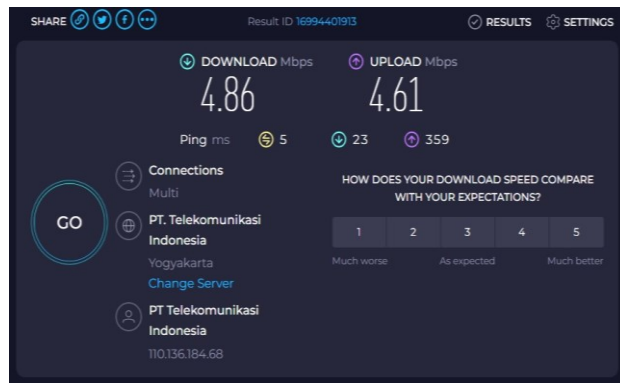
Gambar 6. Pengukuran Kecepatan Internet Hari Kelima

3) *Pengukuran hari ketiga:* Pengukuran hari ketiga mendapatkan hasil kecepatan internet untuk unduh adalah 4.77 Mbps dan unggah 4.61 Mbps.



Gambar 4. Pengujian Kecepatan Internet Hari Ketiga

4) *Pengukuran hari keempat:* Pengukuran hari keempat mendapatkan hasil kecepatan internet untuk unduh adalah 4.86 Mbps dan unggah 4.61 Mbps.



Gambar 5. Pengukuran Kecepatan Internet Hari Keempat

5) *Pengukuran hari kelima:* Pengukuran hari kelima mendapatkan hasil kecepatan internet untuk unduh adalah 4.83 Mbps dan unggah 4.79 Mbps

Berdasarkan hasil pengujian kecepatan jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber, rata-rata kecepatan unduh adalah sebesar 4.8 Mbps, rata-rata kecepatan unggah mencapai 4.7 Mbps. Hasil ini menunjukkan bahwa jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber memiliki performa yang cukup baik untuk mendukung aktivitas online, seperti mengakses bahan ajar, streaming video pembelajaran, maupun mengunggah atau mengunduh dokumen terkait kegiatan pendidikan. Nilai rata-rata ini juga mencerminkan stabilitas jaringan yang memungkinkan para pengguna, baik siswa maupun guru, untuk memanfaatkan konektivitas internet dengan lancar selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

B. Pengukuran Quality of Service (QoS)

Pengukuran ini berlangsung selama lima hari menggunakan tools Wireshark untuk mendapatkan capture data dan dilakukan tiga kali pengujian setiap harinya. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan skenario pengujian yang ada pada metodologi penelitian. Berikut ini adalah hasil penyelesaian perhitungan yang telah dilakukan.

1) *Throughput:*

TABEL 6
PENGUKURAN THROUGHPUT

| Tanggal | Jam | Pengujian | | | Ind ex |
|-----------|---------------|------------|------------|------------|--------|
| | | YouT ube | Brows ing | Down load | |
| 6-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 5.331 Kbps | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 722 Kbps | | 2 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.250 Kbps | 4 |
| 7-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 3.914 Kbps | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 1.068 Kbps | | 2 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.287 Kbps | 4 |
| 8-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 4.073 Kbps | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 2.091 Kbps | | 3 |

| | | | | | |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.399 Kbps | 4 |
| 11-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 3.630 Kbps | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 901 Kbps | | 2 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.343 Kbps | 4 |
| 12-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 4.307 Kbps | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 2.343 Kbps | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.252 Kbps | 4 |
| Rata-rata | | 4.251 Kbps | 1.425 Kbps | 3.106 Kbps | 4 |

Hasil pengukuran tersebut didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Pengukuran hari-1

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 15370143 : 23.062 \\ &= 666,4705142658919 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 5.331,764114127136 \text{ bits/s} \\ &= 5.331 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 5316182 : 58.872 \\ &= 90,30068623454274 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 722,4054898763419 \text{ bits/s} \\ &= 722 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 4684240 : 11.529 \\ &= 406,3006331858791 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 3.250,405065487033 \text{ bits/s} \\ &= 3.250 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

2. Pengukuran hari-2

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 14453643 : 29.535 \\ &= 489,3733875063484 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 3.914,987100050787 \text{ bits/s} \\ &= 3.914 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 7263017 : 54.369 \\ &= 133,587467122809 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 1.068,699736982472 \text{ bits/s} \\ &= 1.068 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 4664093 : 16.312 \\ &= 285,9301741049534 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 2.287,441392839627 \text{ bits/s} \\ &= 2.287 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

3. Pengukuran hari-3

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 13576494 : 26.666 \\ &= 509,131253281332 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 4.073,050026250656 \text{ bits/s} \\ &= 4.073 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 6554985 : 25.071 \\ &= 261,4568625104703 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 2.091,654900083762 \text{ bits/s} \\ &= 2.091 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 4699264 : 11.059 \\ &= 424,9266660638394 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 3.399,413328510715 \text{ bits/s} \\ &= 3.399 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

4. Pengukuran hari-4

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 9575190 : 21.097 \\ &= 453,8650045030099 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 3.630,920036024079 \text{ bits/s} \\ &= 3.630 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 6812098 : 60.479 \\ &= 112,6357578663668 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 901,0860629309347 \text{ bits/s} \\ &= 901 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 4223134 : 10.105 \\ &= 417,9251855517071 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 3.343,401484413657 \text{ bits/s} \\ &= 3.343 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

5. Pengukuran hari-5

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 12450591 : 23.123 \\ &= 538,450503827358 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 4.307,604030618864 \text{ bits/s} \\ &= 4.307 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 5342924 : 18.239 \\ &= 292,9395251932672 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 2.343,516201546137 \text{ bits/s} \\ &= 2.343 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Byte : Time Span} &= 4790803 : 11.782 \\ &= 406,6205228314378 \text{ bytes/s} \times 8 \\ &= 3.252,964182651502 \text{ bits/s} \\ &= 3.252 \text{ Kbits/s} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, rata-rata throughput menunjukkan bahwa kualitas jaringan di SD Negeri 2 Sumber secara keseluruhan cukup baik untuk aktivitas seperti streaming, browsing, dan download. Namun, aktivitas browsing memiliki throughput yang lebih rendah dibandingkan streaming dan download, yang dapat dioptimalkan lebih lanjut untuk pengalaman pengguna yang lebih baik. Sebagian besar indeks kinerja menunjukkan nilai 4, yang mengindikasikan kualitas throughput yang sangat baik. Fluktuasi pada beberapa pengujian yang menghasilkan index 2 mungkin disebabkan oleh kondisi jaringan tertentu pada waktu pengujian.

2) Packet Loss:

TABEL 7
PENGUKURAN PACKET LOSS

| Tanggal | Jam | Pengujian | | | Ind ex |
|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | | YouT ube | Brows ing | Down load | |
| 6-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 5.4 % | | | 3 |
| | 11.30 - 11.33 | | 4.5 % | | 3 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.2 % | 3 |
| 7-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 0.1 % | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 4.8 % | | 3 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.0 % | 4 |
| 8-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 0.1 % | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 3.8 % | | 3 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.2 % | 4 |
| 11-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 0.5 % | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 6.4 % | | 3 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.0 % | 3 |
| 12-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 2.2 % | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 3.5 % | | 3 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.9 % | 4 |
| Rata-rata | | 1.66 % | 4.6 % | 2.66 % | 3 |

Hasil pengukuran tersebut didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Pengukuran hari-1

a) YouTube

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((19189 - 18.151) : 19189) \times 100] = 5.4 \%$$

b) Browsing

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((6402 - 6.116) : 6402) \times 100] = 4.5 \%$$

c) Download

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((5242 - 5.074) : 5242) \times 100] = 3.2 \%$$

2. Pengukuran hari-2

a) YouTube

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((16887 - 16.865) : 16887) \times 100] = 0.1 \%$$

b) Browsing

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((8809 - 8.388) : 8809) \times 100] = 4.8 \%$$

c) Download

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((5239 - 5.134 : 5239) \times 100)] = 2.0 \%$$

3. Pengukuran hari-3

a) YouTube

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((14979 - 14.969) : 14979) \times 100] = 0.1 \%$$

b) Browsing

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((7268 - 6.995) : 7268) \times 100] = 3.8 \%$$

c) Download

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((5483 - 5.361 : 5483) \times 100)] = 2.2 \%$$

4. Pengukuran hari-4

a) YouTube

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((10968 - 10.915) : 10968) \times 100] = 0.5 \%$$

b) Browsing

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((7997 - 7.482) : 7997) \times 100] = 6.4 \%$$

c) Download

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((4774 - 4.633 : 4774) \times 100)] = 3.0 \%$$

5. Pengukuran hari-5

a) YouTube

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((14054 - 13.748) : 14054) \times 100] = 2.2 \%$$

b) Browsing

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((5799 - 5.597) : 5799) \times 100] = 3.5 \%$$

c) Download

$$(((\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}) : \text{Paket dikirim}) \times 100) \\ [((5350 - 5.195 : 5350) \times 100)] = 2.9 \%$$

Berdasarkan perhitungan, packet loss pada jaringan di SD Negeri 2 Sumber masih berada dalam batas toleransi untuk sebagian besar aktivitas, seperti streaming, browsing, dan download. Secara keseluruhan, performa jaringan cukup baik dalam mendukung kebutuhan pengguna. Aktivitas streaming memiliki kinerja terbaik dengan packet loss paling rendah, sedangkan browsing mengalami packet loss tertinggi, yang masih dapat dioptimalkan lebih lanjut. Sebagian besar pengujian menunjukkan indeks 3 atau 4, yang mengindikasikan kualitas jaringan yang baik, namun diperlukan peningkatan pada aktivitas browsing agar lebih optimal.

3) Delay:

TABEL 8
PENGUKURAN DELAY

| Tanggal | Jam | Pengujian | | | Ind ex |
|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | | YouT ube | Brows ing | Down load | |
| 6-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.2 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 9.2 ms | | 4 |

| | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------|---|
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.2 ms | 4 |
| 7-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.7 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 6.2 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.1 ms | 4 |
| 8-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.8 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 3.5 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2 ms | 4 |
| 11-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.9 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 7.6 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.1 ms | 4 |
| 12-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.6 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 3.1 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.2 ms | 4 |
| Rata-rata | | 1.64 ms | 5.92 m | 2.32 ms | 4 |

Hasil pengukuran tersebut didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Pengukuran hari-1

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 23,062133 \text{ s} / 19188 \\ &= 0,001201904 \text{ s} \\ &= 1.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 58,872406 \text{ s} / 6401 \\ &= 0,009197376 \text{ s} \\ &= 9.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 11,528693 \text{ s} / 5241 \\ &= 0,002199712 \text{ s} \\ &= 2.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

2. Pengukuran hari-2

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 29,535476 \text{ s} / 16886 \\ &= 0,00174911 \text{ s} \\ &= 1.7 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 54,369379 \text{ s} / 8808 \\ &= 0,006172727 \text{ s} \\ &= 6.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 16,311558 \text{ s} / 5238 \\ &= 0,003114081 \text{ s} \\ &= 3.1 \text{ ms} \end{aligned}$$

3. Pengukuran hari-3

a) YouTube

$$\text{Total delay s / jumlah data dikirim} = 26,665996 \text{ s} / 14978$$

$$\begin{aligned} &= 0,001780344 \text{ s} \\ &= 1.8 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 25,071175 \text{ s} / 7267 \\ &= 0,003450003 \text{ s} \\ &= 3.5 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 11,058614 \text{ s} / 5482 \\ &= 0,002017259 \text{ s} \\ &= 2 \text{ ms} \end{aligned}$$

4. Pengukuran hari-4

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 21,097183 \text{ s} / 10967 \\ &= 0,001923697 \text{ s} \\ &= 1.9 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 60,479313 \text{ s} / 7996 \\ &= 0,007563696 \text{ s} \\ &= 7.6 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 10,10527 \text{ s} / 4776 \\ &= 0,002117174 \text{ s} \\ &= 2.1 \text{ ms} \end{aligned}$$

5. Pengukuran hari-5

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 23,122559 \text{ s} / 14053 \\ &= 0,001645382 \text{ s} \\ &= 1.6 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 18,238742 \text{ s} / 5798 \\ &= 0,003145695 \text{ s} \\ &= 3.1 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total delay s / jumlah data dikirim} &= 11,782189 \text{ s} / 5349 \\ &= 0,00220269 \text{ s} \\ &= 2.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, delay jaringan di SD Negeri 2 Sumber secara keseluruhan cukup rendah, dengan performa terbaik pada aktivitas streaming YouTube dan download. Aktivitas browsing memiliki delay tertinggi dibandingkan aktivitas lainnya, yang dapat dioptimalkan melalui penyesuaian routing atau peningkatan bandwidth. Secara umum, performa jaringan sudah mendukung kebutuhan pengguna dengan latensi yang masih dalam batas yang dapat diterima.

4) Jitter:

TABEL 9
PENGUKURAN JITTER

| Tanggal | Jam | Pengujuan | | | Index |
|-----------|---------------|-------------|--------------|--------------|-------|
| | | YouT ube | Brows ing | Down load | |
| 6-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.2 ms | | | 4 |

| | | | | | |
|------------|---------------|----------|---------|----------|---|
| | 11.30 - 11.33 | | 9.4 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 1.8 ms | 4 |
| 7-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.7 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 6.2 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 3.1 ms | 4 |
| 8-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.7 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 3.4 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.1 ms | 4 |
| 11-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.9 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 7.5 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 1.6 ms | 4 |
| 12-11-2024 | 11.15 - 11.20 | 1.6 ms | | | 4 |
| | 11.30 - 11.33 | | 3.1 ms | | 4 |
| | 11.35 - 11.36 | | | 2.2 ms | 4 |
| Rata-rata | | 1.62 mss | 5.92 ms | 2.16 mss | 4 |

Hasil pengukuran tersebut didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Pengukuran hari-1

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 23,062143 / 19188 \\ &= 0,001201904 \text{ s} \\ &= 1.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 59,87663 \text{ s} / 6401 \\ &= 0,009354262 \text{ s} \\ &= 9.4 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 9,304091 \text{ s} / 5241 \\ &= 0,001775251 \text{ s} \\ &= 1.8 \text{ ms} \end{aligned}$$

2. Pengukuran hari-2

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 29,329677 \text{ s} / 16886 \\ &= 0,001736923 \text{ s} \\ &= 1.7 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 54,388024 \text{ s} / 8808 \\ &= 0,006174844 \text{ s} \\ &= 6.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 16,338997 \text{ s} / 5238 \\ &= 0,00311932 \text{ s} \\ &= 3.1 \text{ ms} \end{aligned}$$

3. Pengukuran hari-3

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 29,329677 \text{ s} / 14978 \\ &= 0,001736923 \text{ s} \\ &= 1.7 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 24,456647 \text{ s} / 7267 \\ &= 0,003365439 \text{ s} \\ &= 3.4 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 11,559145 \text{ s} / 5482 \\ &= 0,002108563 \text{ s} \\ &= 2.1 \text{ ms} \end{aligned}$$

4. Pengukuran hari-4

a) Youtube

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 21,097376 \text{ s} / 10967 \\ &= 0,001923714 \text{ s} \\ &= 1.9 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 59,65373 \text{ s} / 7996 \\ &= 0,007460446 \text{ s} \\ &= 7.5 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 7,842397 \text{ s} / 4776 \\ &= 0,001643075 \text{ s} \\ &= 1.6 \text{ ms} \end{aligned}$$

5. Pengukuran hari-5

a) YouTube

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 23,124407 \text{ s} / 14053 \\ &= 0,001645514 \text{ s} \\ &= 1.6 \text{ ms} \end{aligned}$$

b) Browsing

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 18,079873 \text{ s} / 5798 \\ &= 0,003118295 \text{ s} \\ &= 3.1 \text{ ms} \end{aligned}$$

c) Download

$$\begin{aligned} \text{Total jitter / jumlah data dikirim} &= 11,918813 \text{ s} / 5349 \\ &= 0,002228232 \text{ s} \\ &= 2.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa jaringan di SD Negeri 2 Sumber memiliki stabilitas jitter yang baik secara keseluruhan, dengan aktivitas streaming dan download menunjukkan performa terbaik, sedangkan browsing memerlukan perhatian karena rata-rata jitter lebih tinggi, yang dapat mempengaruhi pengalaman pengguna. Secara umum, jitter jaringan berada dalam batas yang dapat diterima untuk berbagai aktivitas pengguna.

C. Hasil Quality of Service

Dari hasil perhitungan parameter-parameter Quality of Service (QoS) yang diperoleh, nilai akhir QoS sebesar 3,75. Nilai ini menunjukkan bahwa kualitas jaringan internet yang ada di SD Negeri 2 Sumber termasuk dalam kategori "baik" sesuai dengan standar dari TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks). Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan dan menganalisis nilai

indeks 3,75 berada di antara indeks 3-3,79 yang artinya masuk dalam kategori “baik”. Hal ini mencerminkan bahwa jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber memiliki performa yang memadai untuk mendukung berbagai aktivitas pengguna, seperti pembelajaran berbasis teknologi, penggunaan platform e-learning, dan operasional administrasi sekolah.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Infrastruktur Jaringan

Jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber menggunakan router MikroTik sebagai perangkat utama untuk menghubungkan jaringan internal sekolah ke internet. Penggunaan jaringan internet saat ini masih terbatas pada laboratorium komputer dan kegiatan administratif, yang menunjukkan adanya ruang untuk pengembangan lebih lanjut agar pemanfaatan jaringan lebih maksimal di seluruh area sekolah.

B. Kecepatan Internet

Pengukuran kecepatan internet selama lima hari menunjukkan rata-rata kecepatan unduh sebesar 4.8 Mbps dan unggah 4.7 Mbps. Hasil ini mencerminkan stabilitas jaringan yang baik dan mampu mendukung aktivitas seperti akses bahan ajar, streaming video pembelajaran, serta unggah dan unduh dokumen untuk keperluan pendidikan dan administrasi.

C. Hasil Analisis Quality of Service

1) *Throughput*: Nilai rata-rata throughput untuk aktivitas streaming video adalah 4.251 Kbps, aktivitas browsing 1.425 Kbps, dan aktivitas download 3.106 Kbps. Browsing melibatkan permintaan data yang lebih kecil dan terfragmentasi, seperti gambar, teks, dan skrip, yang memerlukan waktu lebih banyak untuk proses pengunduhan dan pemrosesan, sehingga dapat menurunkan throughput keseluruhan. Masalah yang mungkin terjadi mengapa nilai throughput browsing lebih rendah karena gangguan sinyal atau terlalu banyak perangkat yang terhubung pada saat yang sama. Ketika lebih banyak perangkat terhubung ke jaringan, interferensi sinyal dan keterbatasan bandwidth dapat menyebabkan penurunan performa, terutama pada aktivitas yang lebih terfragmentasi seperti browsing.

2) *Packet Loss*: Nilai rata-rata packet loss untuk aktivitas streaming video adalah 1.66 %, aktivitas browsing 4.6 %, dan aktivitas download 2.66 %. Packet loss yang lebih tinggi pada aktivitas browsing dibandingkan dengan streaming video dan download dapat mengindikasikan adanya gangguan dalam transmisi data, yang mungkin disebabkan oleh interferensi sinyal atau kepadatan perangkat yang terhubung ke jaringan pada waktu pengujian. Hal ini dapat memberikan pengaruh pengalaman pengguna seperti guru ketika akan melakukan aktivitas browsing untuk kebutuhan administrasi, dengan potensi terjadinya gangguan pada pemuatan halaman atau penurunan kecepatan transfer data.

3) *Delay*: Nilai rata-rata delay untuk aktivitas streaming video adalah 1,64 ms, aktivitas browsing 5,92 ms, dan aktivitas download 2,32 ms. Delay yang lebih tinggi pada

browsing menunjukkan adanya kepadatan jaringan dan jumlah perangkat yang terhubung. Ketika terlalu banyak perangkat terhubung ke jaringan, terutama dalam aktivitas browsing yang lebih sensitif terhadap latensi, delay dapat meningkat karena kontes untuk bandwidth yang terbatas. Selain itu, interferensi sinyal dari perangkat lain juga dapat memperburuk waktu respons jaringan yang tentunya akan berdampak pada aktivitas seperti browsing pendidikan, platform e-learning, atau aplikasi berbasis video conferencing selama jam sibuk.

4) *Jitter*: Nilai rata-rata jitter untuk streaming video adalah 1,62 ms, aktivitas browsing 5,92 ms, dan aktivitas download 2,16 ms. Browsing memiliki jitter yang tinggi dikarenakan adanya kepadatan jaringan, terlalu banyak perangkat terhubung, dan interferensi sinyal. Browsing memiliki jitter yang lebih tinggi juga dapat disebabkan oleh sifat browsing yang melibatkan banyak permintaan data kecil dan terfragmentasi dari berbagai elemen halaman. Hal ini menyebabkan fluktuasi waktu kedatangan paket yang lebih besar karena ketidakstabilan jaringan dalam menangani paket data yang lebih kecil dan terpisah.

5) *Hasil QoS*: Berdasarkan perhitungan keseluruhan parameter QoS, diperoleh nilai akhir sebesar 3.75, yang menempatkan kualitas jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber dalam kategori “baik” sesuai dengan standar TIPHON. Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan dan menganalisis nilai indeks 3,75 berada di antara indeks 3-3,79 yang artinya masuk dalam kategori “baik”. Dengan nilai ini, dapat disimpulkan bahwa jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber mampu memberikan performa yang cukup baik untuk mendukung aktivitas-aktivitas seperti pembelajaran berbasis teknologi, penggunaan platform e-learning, serta operasional administrasi sekolah. Meskipun secara keseluruhan kualitas jaringan termasuk baik, terdapat beberapa area yang dapat dioptimalkan, seperti aktivitas browsing, yang menunjukkan throughput dan jitter sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas streaming dan download. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor seperti gangguan sinyal, kepadatan perangkat yang terhubung, atau interferensi jaringan.

Meskipun kualitas jaringan berada dalam kategori “baik”, beberapa aspek seperti throughput dan packet loss pada aktivitas browsing memerlukan perhatian lebih agar pengalaman pengguna menjadi lebih optimal. Beberapa masalah potensial seperti fluktuasi jitter dan bottleneck bandwidth perlu mendapatkan perhatian lebih lanjut. Berikut ini beberapa rekomendasi yang dapat diterapkan:

1) *Penerapan Mekanisme Traffic Shaping dan Traffic Prioritization*: Untuk mengatasi bottleneck bandwidth, gunakan teknik traffic shaping dan traffic prioritization pada perangkat router atau access point. Alokasikan prioritas bandwidth untuk aktivitas kritis seperti browsing pendidikan, platform e-learning, atau aplikasi berbasis video conferencing selama jam sibuk.

2) *Optimalisasi Infrastruktur Jaringan*: Penambahan access point untuk memastikan tidak ada area “dead zone”

dengan memasang access point tambahan di lokasi-lokasi strategis. Penggunaan access point dengan Teknologi Terbaru menggunakan perangkat dengan standar Wi-Fi terkini misalnya Wi-Fi 6 untuk meningkatkan kapasitas dan stabilitas jaringan, terutama ketika banyak perangkat terhubung secara bersamaan. Jika diperlukan, tingkatkan kapasitas bandwidth yang disediakan oleh ISP untuk memenuhi kebutuhan jaringan yang terus berkembang.

3) *Pengelolaan Jaringan Lebih Efisien: Implementasikan VLAN (Virtual LAN) dengan memisahkan trafik jaringan untuk penggunaan administratif dan pembelajaran untuk mengurangi interferensi dan meningkatkan efisiensi. Melakukan bandwidth manajemen dengan menggunakan perangkat lunak bandwidth manager untuk memastikan distribusi bandwidth yang adil antar pengguna.*

4) *Penanganan Fluktuasi Jitter: Menggunakan fitur jitter buffer pada perangkat jaringan untuk menstabilkan waktu pengiriman paket data, terutama untuk aplikasi seperti video conference. Identifikasi dan mitigasi interferensi dengan memastikan perangkat jaringan menggunakan frekuensi yang tidak terganggu oleh perangkat lain, seperti penggunaan band 5 GHz yang lebih bebas interferensi dibandingkan 2.4 GHz.*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kualitas jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber, dapat disimpulkan bahwa jaringan internet di sekolah ini memiliki performa yang cukup baik, namun masih terdapat beberapa aspek yang perlu dioptimalkan.

Dari segi infrastruktur jaringan, penggunaan router MikroTik sebagai perangkat utama telah memungkinkan koneksi internet di laboratorium komputer dan untuk kegiatan administratif. Namun, pemanfaatan jaringan masih terbatas dan perlu dikembangkan lebih lanjut agar dapat digunakan di seluruh area sekolah.

Hasil pengukuran kecepatan internet menunjukkan rata-rata 4.8 Mbps untuk unduhan dan 4.7 Mbps untuk unggahan, yang cukup stabil untuk mendukung aktivitas pembelajaran berbasis teknologi, streaming video, serta kebutuhan administrasi sekolah.

Evaluasi Quality of Service (QoS) menunjukkan bahwa jaringan internet di sekolah ini masuk dalam kategori "baik" dengan skor 3.75 berdasarkan standar TIPHON. Meskipun demikian, terdapat beberapa kendala yang perlu diperhatikan, seperti throughput dan jitter yang lebih tinggi pada aktivitas browsing, yang dapat disebabkan oleh kepadatan perangkat yang terhubung atau interferensi sinyal.

Untuk meningkatkan kualitas jaringan, beberapa langkah yang dapat diterapkan antara lain penerapan traffic shaping dan prioritization, penambahan access point, penggunaan teknologi Wi-Fi terbaru, implementasi VLAN untuk efisiensi jaringan, serta pengelolaan jitter buffer untuk mengurangi

fluktuasi waktu pengiriman data. Dengan optimalisasi ini, diharapkan jaringan internet di SD Negeri 2 Sumber dapat memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi serta operasional administrasi sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. P. Saputra, A. Saryoko, M. Maulidah, N. Hidayati, and S. Dalis, "Analisis Quality of Service (QoS) Performa Jaringan Internet Wireless LAN PT. Bhineka Swadaya Pertama," *EVOLUSI.J. Sains Dan Manaj.*, vol. 11, no. 1, Mar. 2023, doi: 10.31294/evolusi.v11i1.14955.
- [2] Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, and Hamidillah Ajie, "Analisis Quality Of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7 Jakarta," *PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. Dan Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 32–36, Dec. 2020, doi: 10.21009/pinter.4.2.6.
- [3] A. R. Maulana, H. Walidainy, and M. Irhamsyah, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Pada Website e-Learning Universitas Syiah Kuala Berbasis Wireshark".
- [4] M. Hasbi and N. R. Saputra, "Analisis Quality Of Service (Qos) Jaringan Internet Kantor Pusat King Bukopin Dengan Menggunakan Wireshark".
- [5] A. Yusuf and E. P. Rohmawan, "Analisa Quality Of Service Jaringan VSAT Menggunakan Wireshark".
- [6] D. A. Rachman, Y. Muhyidin, and M. A. Sunandar, "Analysis Quality Of Service Of Internet Network Fiber To The Home Service Pt. Xyz Using Wireshark," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, Sep. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3436.
- [7] N. A. Damayanti, F. Imansyah, L. S. A. Putra, and J. Marpaung, "Analisis Quality Of Service Pada Jaringan Iconnet Menggunakan Aplikasi Wireshak".
- [8] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media," *J. Ilm. Teknol. Dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [9] I. S. N. Nisa, Rahmat Miyarno Saputro, Tegar Fatwa Nugroho, and Alfirma Rizqi Lahitani, "Analisis Quality of Service (QoS) Menggunakan Standar Parameter Tiphon pada Jaringan Internet Berbasis Wi-Fi Kampus 1 Unjaya," *Teknomatika J. Inform. Dan Komput.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–9, Apr. 2024, doi: 10.30989/teknomatika.v17i1.1307.
- [10] H. Kurniawan, "Analisis QoS (Quality of Service) Jaringan Internet Kampus STMIK Pontianak," 2022.
- [11] R. M. N. Halim and S. Agung, "Analisis QoS Dan RMA Jaringan WISP Balai Bahasa Provinsi Sumatera Selatan," *J. Bina Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, Dec. 2022, doi: 10.33557/jbkom.v4i2.1997.
- [12] A. A. Slameto and M. Khozinul Asror, "Analisis Perbandingan Kinerja Jaringan WLAN 2,4 Ghz Dan 5 Ghz Pada Proses Tethering Menggunakan Metode QOS," *J. Process.*, vol. 18, no. 2, Nov. 2023, doi: 10.33998/processor.2023.18.2.883.
- [13] H. A. Saputra and G. M. Saputra, "Analisis QOS Jaringan 4G Dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark (Studi Kasus : Tepian Samarinda, Taman Samarinda, dan Taman Cerdas)," vol. 5, no. 1, 2020.
- [14] Valia Yoga Pudya Ardhana and M. D. Mulyodiputro, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB)," *J. Inform. Manag. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 70–76, Apr. 2023, doi: 10.47065/jimat.v3i2.257.
- [15] B. Pamungkas and F. A. Sutanto, "Penerapan Metode Quality of Service (QoS) dalam Analisis Kualitas Jaringan Internet Burjo Pantry Semarang," *J. JTik J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 8, no. 2, pp. 367–373, Apr. 2024, doi: 10.35870/jtik.v8i2.1932.
- [16] A. Budiman, A. Sucipto, and A. R. Dian, "Analisis Quality of Service Routing MPLS OSPF Terhadap Gangguan Link Failure," *Techno.Com*, vol. 20, no. 1, pp. 28–37, Feb. 2021, doi: 10.33633/tc.v20i1.4038.
- [17] M. R. Kamil, F. Arzalega, and A. Sani, "Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet Wifi PT.XYZ dengan Metode QoS (Quality of Service)," vol. 1, no. 2, 2023.