

# Analisis *Quality of Service* pada Implementasi *Video Call* Berbasis SIP dengan Monitoring Zabbix pada Jaringan WLAN

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/progresif.v22i1.3528>

Creative Commons License 4.0 (CC BY –NC)



Daniel Okta Avrian<sup>1\*</sup>, Kristian Juri Damai Lase<sup>2</sup>, Febe Maedjaja<sup>3</sup>

Informatika, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta, Indonesia

\*e-mail *Corresponding Author* : daniel.okta.a@mail.ukrim.ac.id

## Abstract

*The development of IP-based communication technology has made video call services an efficient solution for real-time communication. This study analyzes the Quality of Service (QoS) performance of SIP-based video call implementation using the Zabbix monitoring system on a Wireless Local Area Network (WLAN). An experimental method was applied by implementing an Issabel PBX SIP server and conducting performance tests under five bandwidth variations, namely 2.5, 5, 10, 15, and 20 Mbps. Each test scenario was conducted for 15 minutes with a monitoring interval of 30 seconds. The evaluated QoS parameters include throughput, delay, jitter, and packet loss, which were assessed based on the TIPHON standard. The results show that higher bandwidth provides better QoS performance, while bandwidth limitation leads to performance degradation, particularly in packet loss and service stability. The evaluation also indicates that a minimum bandwidth of 5 Mbps is required to maintain acceptable video call quality on WLAN networks. Furthermore, this study demonstrates that Zabbix is effective as a continuous monitoring system capable of providing real-time and historical QoS data to support performance analysis and network evaluation.*

**Kata kunci:** *Quality of Service; Session Initiation Protocol; Video call; Zabbix; WLAN.*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komunikasi berbasis *Internet Protocol (IP)* telah membawa transformasi signifikan dalam pola interaksi manusia modern. Layanan *Voice over IP (VoIP)* yang pada awalnya hanya mendukung komunikasi suara kini berkembang menjadi layanan *video call* yang bersifat interaktif dan multimedia. Teknologi ini banyak dimanfaatkan pada pembelajaran daring, rapat virtual, layanan kesehatan jarak jauh (*telemedicine*), hingga pelayanan publik karena menawarkan efisiensi biaya dan fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan sistem telekomunikasi konvensional [1].

Kualitas layanan *video call* berbasis IP sangat dipengaruhi oleh kondisi jaringan yang digunakan. Parameter *Quality of Service (QoS)* seperti *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput* merupakan faktor utama yang menentukan kelancaran komunikasi *real-time* [2]. Gangguan pada salah satu parameter tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas layanan, seperti keterlambatan suara, tampilan video yang tersendat, serta ketidaksinkronan audio dan video. Permasalahan ini menjadi lebih kompleks ketika layanan *video call* diimplementasikan pada jaringan *Wireless Local Area Network (WLAN)* yang memiliki karakteristik khusus, seperti media transmisi bersama (*shared medium*), interferensi sinyal, serta fluktuasi kualitas koneksi akibat faktor lingkungan.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji performa QoS pada layanan VoIP berbasis SIP. Hasibuan dan Suharyanto [2] mengimplementasikan VoIP berbasis *Trixbox* dengan tambahan *Virtual Private Network (VPN)* dan memperoleh performa QoS kategori sangat baik dengan nilai *delay* 19,7 ms, *jitter* 1,45 ms, dan *packet loss* 0%. Namun penelitian tersebut masih terbatas pada komunikasi suara dan belum mencakup layanan *video call*. Pratihamaja dan

Christianto [1] juga mengimplementasikan *SIP VoIP* di lingkungan pendidikan dengan hasil kualitas layanan yang baik, tetapi fokus kajian tetap pada *voice call*.

Penelitian lain mulai mengarah pada komunikasi video berbasis *SIP*. Bantun, Ashari, dan Karim [5] mengimplementasikan *SIP video call* menggunakan *Raspberry Pi* sebagai server dan menunjukkan bahwa sistem mampu melayani puluhan hingga ratusan panggilan dengan resolusi berbeda. Meskipun demikian, penelitian tersebut lebih menekankan pada kapasitas perangkat keras server dan belum melakukan analisis *QoS* jaringan secara mendalam. Di sisi lain, Sani dan Suryawinata [6] menganalisis performa aplikasi Zoom pada jaringan *WLAN 802.11g* dan menemukan bahwa kualitas layanan menurun signifikan ketika jumlah pengguna meningkat, dengan *delay* mencapai 180 ms dan *packet loss* sebesar 5%. Walaupun relevan dalam konteks komunikasi video pada *WLAN*, penelitian ini menggunakan aplikasi komersial dan bukan protokol *SIP*.

Kajian terkait karakteristik *WLAN* untuk layanan multimedia juga telah dilakukan. Huang, Shen, dan Tseng [7] mengusulkan mekanisme *feedback-based QoS scheduling* untuk meningkatkan kualitas video *delivery* pada *WLAN* dan melaporkan peningkatan throughput hingga 20%. Taher et al. [8] mengembangkan algoritma *Call Admission Control* untuk mendukung aplikasi *voice* dan video pada *WLAN 802.11e*. Namun sebagian besar penelitian tersebut masih berbasis simulasi dan belum diimplementasikan secara langsung pada lingkungan jaringan nyata.

Dari sisi *monitoring* jaringan, Al Muhaimin, Hardiani, dan Wijayanto [3] membuktikan bahwa Zabbix mampu melakukan *monitoring* jaringan secara *real-time*, menyimpan data historis, serta memberikan sistem peringatan otomatis terhadap anomali jaringan. Ariyadi et al. [16] juga menunjukkan efektivitas Zabbix dalam *monitoring* infrastruktur jaringan pada lingkungan industri. Meskipun demikian, pemanfaatan Zabbix secara khusus untuk analisis *QoS* layanan *video call* berbasis *SIP* pada jaringan *WLAN* masih relatif terbatas.

Berdasarkan kajian tersebut, dapat diidentifikasi beberapa celah penelitian, yaitu: (1) sebagian besar penelitian *SIP* masih berfokus pada komunikasi suara [1], [2], (2) penelitian komunikasi video pada *WLAN* lebih banyak menggunakan aplikasi komersial seperti Zoom [6], bukan protokol *SIP*, (3) implementasi sistem pada jaringan *WLAN* nyata dengan karakteristik *wireless* yang dinamis masih terbatas [7], [8], serta (4) penggunaan sistem *monitoring* aktif dan berkelanjutan seperti Zabbix untuk analisis *QoS video call* berbasis *SIP* belum banyak dieksplorasi secara komprehensif [3], [15].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *Quality of Service* pada implementasi layanan *video call* berbasis *SIP* menggunakan sistem *monitoring* Zabbix pada jaringan *WLAN* dengan variasi *bandwidth*. Evaluasi dilakukan berdasarkan parameter *QoS* utama, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, serta dibandingkan dengan standar *TIPHON* untuk menentukan kategori kualitas layanan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris terkait performa *SIP video call* pada jaringan *wireless* serta menunjukkan efektivitas Zabbix sebagai sistem *monitoring* berkelanjutan dalam mendukung layanan komunikasi *real-time* yang stabil dan andal.

## 2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Metode eksperimen dipilih karena penelitian membangun langsung layanan *VoIP video call* berbasis protokol *SIP* dan mengujinya pada jaringan *WLAN* dengan berbagai variasi *bandwidth*. Data yang dihasilkan berupa nilai numerik parameter *QoS* (*delay*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*) yang kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan standar *TIPHON*.

Penelitian ini dilaksanakan melalui lima tahapan utama:

- 1) Studi Literatur  
Tahap awal meliputi pengumpulan referensi dari jurnal ilmiah, buku, dan sumber terpercaya yang berkaitan dengan *VoIP*, protokol *SIP*, jaringan *WLAN*, parameter *QoS*, dan sistem *monitoring* Zabbix. Studi literatur bertujuan memahami teori dasar sekaligus mengidentifikasi gap penelitian dari penelitian terdahulu.
- 2) Perancangan Sistem  
Perancangan sistem dilakukan untuk merancang layanan *video call* berbasis *SIP* serta mekanisme *monitoring Quality of Service (QoS)* pada jaringan *WLAN*. Perancangan sistem dalam penelitian ini mencakup empat aspek utama, yaitu arsitektur sistem, jaringan *WLAN*, parameter *QoS*, dan konfigurasi *monitoring* Zabbix.



#### 4) Pengujian dan Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan dengan menjalankan layanan *video call* berbasis SIP pada jaringan WLAN untuk setiap variasi *bandwidth* selama 15 menit. Selama pengujian, Zabbix melakukan *monitoring* QoS dengan interval 30 detik terhadap parameter throughput, delay, *jitter*, dan *packet loss*. Setiap skenario menghasilkan 30 data point per parameter yang tersimpan secara otomatis dalam database Zabbix. Hasil pengujian berupa data numerik dan grafik time-series ditampilkan pada Tabel 2 serta Gambar 2–20 pada Bab IV, yang menunjukkan variasi performa QoS pada setiap skenario *bandwidth*.

#### 5) Analisis Data

Data QoS yang diperoleh dari Zabbix dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mendapatkan nilai rata-rata setiap parameter pada masing-masing variasi *bandwidth*. Nilai rata-rata tersebut kemudian dibandingkan dengan standar TIPHON untuk menentukan kategori kualitas layanan. Hasil analisis (Bab IV) menunjukkan bahwa *bandwidth* tinggi hingga menengah menghasilkan QoS kategori sangat baik, sedangkan pada *bandwidth* rendah terjadi penurunan kualitas terutama pada *packet loss*, namun layanan *video call* masih berada dalam batas kualitas yang dapat diterima, sehingga mengonfirmasi pengaruh variasi *bandwidth* terhadap performa layanan *video call* berbasis SIP pada jaringan WLAN.

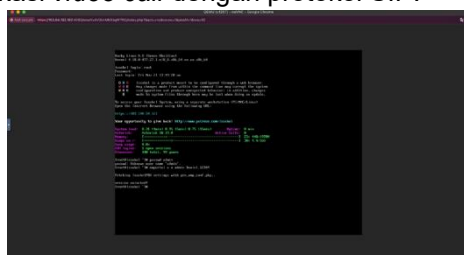
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Implementasi Sistem

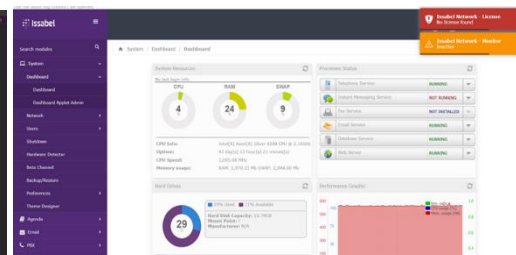
Sistem yang diimplementasikan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk mendukung layanan *video call* berbasis SIP serta proses *monitoring* QoS.

Adapun komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi:

- 1) Server SIP (Issabel PBX 5) yang berfungsi sebagai PBX server yang mengelola sesi komunikasi *video call* dengan protokol SIP.

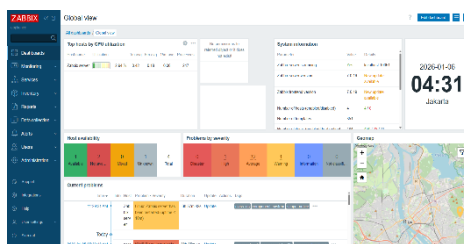


Gambar 2. konfigurasi issabel pbx

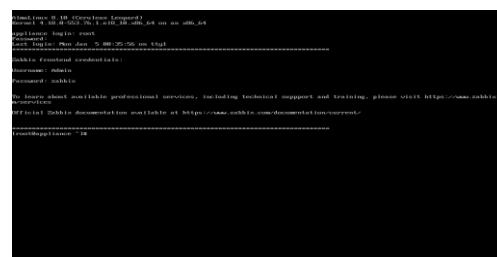


Gambar 3. Dashboard issabel pbx

- 2) Zabbix Server digunakan untuk melakukan *monitoring* dan pengumpulan data QoS secara berkala dengan interval 30 detik

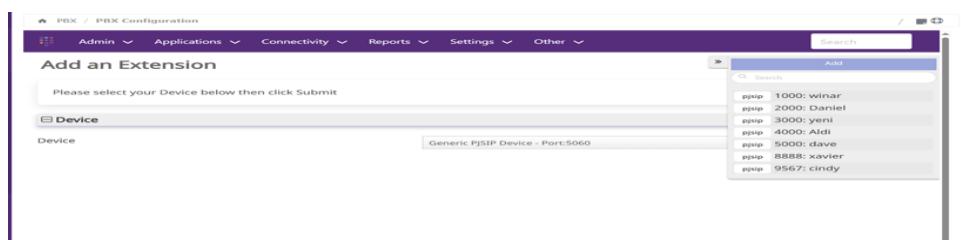


Gambar 4 Dashboard Zabbix Server



Gambar 5 Konfigurasi Zabbix Server

- 3) SIP Client: Berfungsi sebagai endpoint komunikasi *video call* yang terhubung ke Issabel PBX Server menggunakan protokol SIP. Client juga digunakan sebagai sumber trafik pengujian dan pengambilan data performansi jaringan



Gambar 6. Konfigurasi Client SIP

- 4) *Wireless Router* (TL-WR840N): Berfungsi sebagai media akses jaringan nirkabel yang menghubungkan client dengan jaringan inti, sekaligus sebagai perangkat pembatas *bandwidth* sesuai skenario pengujian (20 Mbps hingga 2,5 Mbps).

### 3.2 Pengujian

Penelitian ini mengukur empat parameter QoS utama berdasarkan standar TIPHON. Tabel 1 menunjukkan kategori standar untuk setiap parameter QoS.

Tabel 1. Parameter QOS Tiphon

| Parameter QoS      | Sangat Baik | Baik         | Cukup        | Buruk     |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|-----------|
| <b>Throughput</b>  | >2.1 Mbps   | 1.2-2.1 Mbps | 0.7-1.2 Mbps | <0.7 Mbps |
| <b>Delay</b>       | <150ms      | 150-300ms    | 300-450ms    | >450ms    |
| <b>Jitter</b>      | 0ms         | 0-75ms       | 75-125ms     | >125ms    |
| <b>Packet loss</b> | 0-2%        | 3-14%        | 15-24%       | >25%      |

Parameter yang diukur dalam penelitian ini:

- 1) **Throughput**: Jumlah data yang berhasil ditransmisikan per satuan waktu, diukur dalam Megabit per *second* (Mbps)
- 2) **Delay**: Waktu yang diperlukan paket data untuk berpindah dari sumber ke tujuan, diukur dalam millisecond (ms)
- 3) **Jitter**: Variasi delay antar paket yang mempengaruhi konsistensi kualitas transmisi, diukur dalam millisecond (ms)
- 4) **Packet loss**: Persentase paket yang hilang atau tidak sampai ke tujuan selama proses transmisi (%)

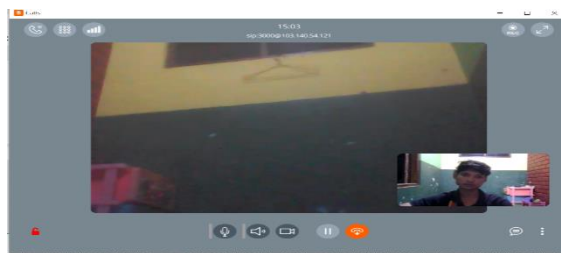
Semua parameter dimonitor menggunakan Zabbix dengan interval pengukuran 30 detik selama 15 menit untuk setiap skenario *bandwidth*, menghasilkan 30 data *point* per parameter.

Pengujian dilakukan dengan 5 skenario variasi *bandwidth*:

1. Skenario 1: *Bandwidth* 20 Mbps
2. Skenario 2: *Bandwidth* 15 Mbps
3. Skenario 3: *Bandwidth* 10 Mbps
4. Skenario 4: *Bandwidth* 5 Mbps
5. Skenario 5: *Bandwidth* 2.5 Mbps

Setiap skenario dijalankan selama 15 menit dengan *monitoring* interval 30 detik, menghasilkan 30 data *point* per parameter per skenario

Implementasi sistem VoIP *video call* berbasis SIP menggunakan arsitektur yang terdiri dari Issabel PBX 5 sebagai server komunikasi, Zabbix sebagai sistem *monitoring*, serta dua laptop sebagai client endpoint. Issabel PBX dijalankan pada cloud VPS Host.id dengan sistem operasi AlmaLinux 8.8 yang dikonfigurasi untuk pengelolaan ekstensi SIP dan layanan *video call*. Konfigurasi server meliputi pembuatan ekstensi SIP, pengaturan dial plan, serta penyesuaian codec video H.264 dan codec audio G.711 agar kompatibel dengan aplikasi *client*.



**Gambar 7.** Video Call Linphone

Pada sisi *client*, kedua laptop dikonfigurasi menggunakan aplikasi Linphone sebagai softphone SIP untuk melakukan komunikasi *video call* antar ekstensi seperti yang terlihat pada gambar yang menunjukkan kondisi pengujian *video call* yang dilakukan selama proses *monitoring* berlangsung.

Sistem *monitoring* dikonfigurasi menggunakan Zabbix Server yang terhubung dengan Zabbix Agent pada perangkat *client*. Selain itu, *iperf3* digunakan sebagai alat pengukuran trafik jaringan untuk memperoleh parameter throughput dan *packet loss*. Proses *monitoring* dilakukan secara periodik dengan interval pengambilan data 30 detik, sehingga seluruh parameter *Quality of Service (QoS)* seperti *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan throughput dapat direkam secara *real-time* selama sesi *video call* berlangsung.

Pengujian dilakukan pada lima variasi *bandwidth* dengan durasi 15 menit untuk setiap skenario. Zabbix melakukan *monitoring* dengan interval 30 detik, menghasilkan 30 data point untuk setiap parameter pada setiap skenario *bandwidth*. Tabel 2 menunjukkan hasil rata-rata parameter QoS yang diperoleh dari *monitoring* Zabbix.

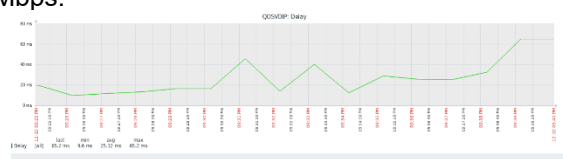
### 3.3 Hasil dan Analisis data

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Parameter QoS pada Berbagai Variasi *Bandwidth*

| <i>Bandwidth</i> | Throughput (Mbps) | Delay (ms) | <i>Jitter</i> (ms) | <i>Packet loss</i> (%) | Kategori QoS |
|------------------|-------------------|------------|--------------------|------------------------|--------------|
| 20 Mbps          | 2.3               | 25.12      | 1.00               | 0.00                   | Sangat Baik  |
| 15 Mbps          | 2.5               | 21.04      | 0.59               | 0.00                   | Sangat Baik  |
| 10 Mbps          | 2.1               | 23.81      | 2.38               | 0.07                   | Sangat Baik  |
| 5 Mbps           | 2.2               | 17.33      | 0.54               | 7.88                   | Baik         |
| 2.5 Mbps         | 2.5               | 23.90      | 0.57               | 1.53                   | Sangat Baik  |

**Keterangan:** Nilai pada tabel merupakan rata-rata (average) dari 30 data point yang dikumpulkan selama 15 menit *monitoring* dengan interval 30 detik.

Berikut Gambar 8 sampai 11 menunjukkan hasil *monitoring* Zabbix pada bandwith 20 Mbps:



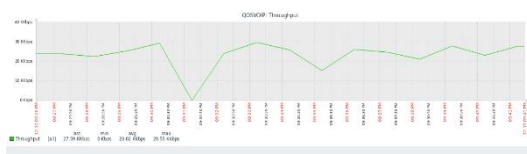
**Gambar 8.** Grafik *Delay* 20 Mbps



**Gambar 9.** Grafik *Jitter* 20 Mbps



**Gambar 10.** Grafik *PacketLoss* 20 Mbps

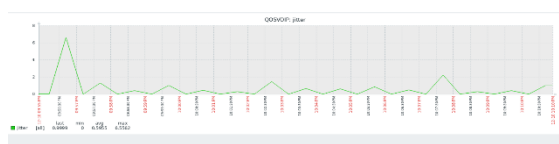


**Gambar 11.** Grafik *Throughput* 20 Mbps

Berikut Gambar 12 sampai 15 menunjukkan hasil *monitoring* Zabbix pada bandwith 15 Mbps:



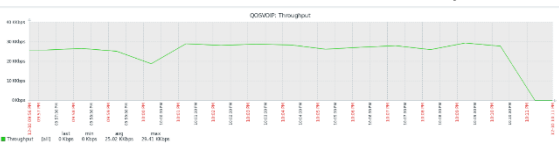
Gambar 12. Grafik Delay 15 Mbps



Gambar 13. Grafik Jitter 15 Mbps



Gambar 14. Grafik PacketLoss 15 Mbps



Gambar 15. Grafik Throughput 15 Mbps

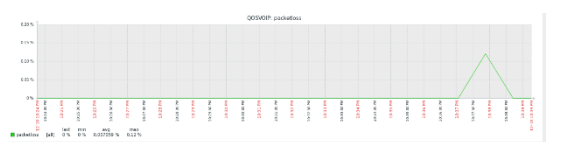
Berikut Gambar 16 sampai 19 menunjukkan hasil *monitoring* Zabbix pada bandwidth 10 Mbps:



Gambar 16. Grafik Delay 10 Mbps



Gambar 17. Grafik Jitter 10 Mbps



Gambar 18. Grafik PacketLoss 10 Mbps



Gambar 19. Grafik Throughput 10 Mbps

Berikut Gambar 20 sampai 23 menunjukkan hasil *monitoring* Zabbix pada bandwidth 5 Mbps:



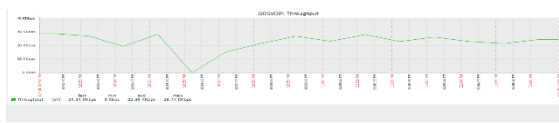
Gambar 20. Grafik Delay 5 Mbps



Gambar 21. Grafik Jitter 5 Mbps



Gambar 22. Grafik PacketLoss 5 Mbps



Gambar 23. Grafik Throughput 5 Mbps

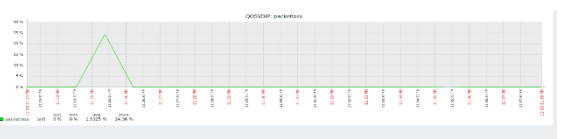
Berikut Gambar 24 sampai 27 menunjukkan hasil *monitoring* Zabbix pada bandwidth 2.5 Mbps:



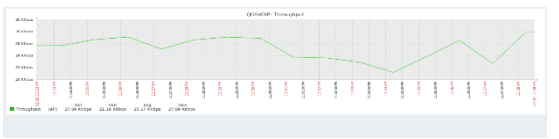
Gambar 24. Grafik Delay 2.5 Mbps



Gambar 25. Grafik Jitter 2.5 Mbps



Gambar 26. Grafik PacketLoss 2.5 Mbps



Gambar 27. Grafik Throughput 2.5 Mbps

*Delay* merupakan parameter yang menunjukkan waktu tempuh paket data dari pengirim ke penerima. Hasil pengukuran menunjukkan nilai *delay* yang relatif rendah dan stabil pada seluruh skenario *bandwidth*. Pada *bandwidth* 20 Mbps, *delay* rata-rata tercatat sebesar 25.12 ms, sedangkan pada *bandwidth* 15 Mbps sebesar 21.04 ms. Pada *bandwidth* 10 Mbps, *delay* meningkat menjadi 23.81 ms, sementara pada *bandwidth* 5 Mbps diperoleh nilai terendah sebesar 17.33 ms, dan pada *bandwidth* 2.5 Mbps tercatat sebesar 23.90 ms. Seluruh nilai *delay* tersebut masih berada jauh di bawah batas 150 ms yang ditetapkan oleh standar TIPPHON untuk kategori sangat baik [12]. Nilai *delay* yang rendah menunjukkan bahwa mekanisme pengiriman paket dan proses *buffering* berjalan efisien sehingga komunikasi *video call* tetap bersifat *real-time* tanpa jeda yang signifikan [14].

*Jitter* menunjukkan variasi *delay* antar paket yang mempengaruhi kestabilan kualitas layanan video. Pada *bandwidth* 20 Mbps, *jitter* tercatat sebesar 1.00 ms, kemudian menurun menjadi 0.59 ms pada *bandwidth* 15 Mbps. Pada *bandwidth* 10 Mbps, *jitter* meningkat menjadi 2.38 ms, sedangkan pada *bandwidth* 5 Mbps dan 2.5 Mbps masing-masing tercatat sebesar 0.54 ms dan 0.57 ms. Seluruh nilai *jitter* tersebut masih berada jauh di bawah ambang batas 75 ms yang dikategorikan baik oleh standar TIPPHON [12]. Rendahnya nilai *jitter* menunjukkan bahwa jaringan WLAN yang digunakan memiliki tingkat kestabilan yang baik dengan fluktuasi *delay* yang minimal, sehingga kualitas *video call* tetap konsisten [13].

*Packet loss* menunjukkan tingkat kehilangan paket selama proses transmisi data. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada *bandwidth* 20 Mbps dan 15 Mbps tidak terjadi kehilangan paket (0%), yang menandakan kondisi jaringan sangat stabil. Pada *bandwidth* 10 Mbps, *packet loss* meningkat sedikit menjadi 0.07% namun masih termasuk kategori sangat baik berdasarkan standar TIPPHON (0–2%) [12]. Pada *bandwidth* 5 Mbps terjadi peningkatan *packet loss* yang cukup signifikan sebesar 7.88%, yang masuk dalam kategori baik (3–14%), sedangkan pada *bandwidth* 2.5 Mbps *packet loss* tercatat sebesar 1.53% yang masih berada pada kategori sangat baik hingga baik. Peningkatan *packet loss* pada *bandwidth* rendah menunjukkan adanya keterbatasan kapasitas jaringan yang menyebabkan terjadinya antrian paket dan potensi kongesti, meskipun protokol SIP masih mampu mempertahankan reliabilitas transmisi melalui mekanisme *retransmission* dan *error handling* [1].

*Throughput* menunjukkan performa transmisi data yang relatif stabil pada seluruh variasi *bandwidth* pengujian. Pada *bandwidth* 20 Mbps, *throughput* rata-rata tercatat sebesar 2.3 Mbps, yang masuk dalam kategori sangat baik berdasarkan standar TIPPHON (>2.1 Mbps) [12]. Pada *bandwidth* 15 Mbps, *throughput* meningkat menjadi 2.5 Mbps, sedangkan pada *bandwidth* 10 Mbps diperoleh nilai 2.1 Mbps. Pada skenario *bandwidth* 5 Mbps dan 2.5 Mbps, *throughput* masing-masing tercatat sebesar 2.2 Mbps dan 2.5 Mbps, yang menunjukkan bahwa sistem masih mampu mempertahankan laju transfer data yang tinggi meskipun terjadi pembatasan *bandwidth*. Kondisi ini mengindikasikan bahwa mekanisme pengelolaan *bitrate* pada *codec video* H.264 mampu menyesuaikan kebutuhan trafik *video call* secara adaptif terhadap kapasitas jaringan yang tersedia [9].

Evaluasi keseluruhan berdasarkan standar TIPPHON menunjukkan bahwa:

- 1) *Bandwidth* 20 Mbps: Seluruh parameter QoS (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*) berada pada kondisi sangat baik, sehingga kualitas *video call* berlangsung sangat lancar tanpa gangguan yang berarti.
- 2) Seluruh parameter QoS juga menunjukkan kategori sangat baik. Kualitas *video call* tetap optimal dan stabil meskipun terjadi penurunan *bandwidth* dibandingkan skenario tertinggi.
- 3) Kualitas layanan masih berada pada kategori sangat baik. Sistem VoIP *video call* berbasis SIP tetap mampu menjaga performa komunikasi secara konsisten.
- 4) Parameter QoS secara umum berada pada kategori baik. *Video call* masih dapat berlangsung dengan kualitas yang dapat diterima, meskipun mulai terlihat penurunan performa terutama akibat meningkatnya *packet loss*.
- 5) Berdasarkan hasil pengukuran, kualitas layanan masih dapat dikategorikan sangat baik karena sebagian besar parameter QoS berada dalam batas toleransi standar. *Video call* tetap dapat berjalan dengan stabil meskipun *bandwidth* berada pada level rendah.

Penggunaan Zabbix sebagai sistem *monitoring* terbukti efektif untuk analisis QoS *video call* berbasis SIP. Keunggulan Zabbix yang teridentifikasi dalam penelitian ini sejalan dengan temuan [3] dan [15] yang juga mengimplementasikan Zabbix untuk *monitoring* jaringan:

- 1) *Monitoring* Real-time: Zabbix mampu mengumpulkan data setiap 30 detik secara otomatis, memberikan gambaran kondisi jaringan secara kontinyu tanpa intervensi manual.

- 2) Data Historis: Semua data tersimpan dalam database dan dapat diakses untuk analisis tren jangka panjang, berbeda dengan *tools packet capture* seperti Wireshark yang hanya menyediakan *snapshot* sesaat [4].
- 3) Visualisasi Grafik: Dashboard Zabbix menyediakan grafik interaktif yang memudahkan interpretasi data QoS dalam bentuk time-series, memungkinkan administrator untuk melihat pola dan anomali dengan mudah.
- 4) Alert System: Zabbix dapat dikonfigurasi untuk memberikan peringatan otomatis ketika parameter QoS melampaui threshold tertentu, memungkinkan respons proaktif terhadap degradasi kualitas layanan.
- 5) Efisiensi Operasional: Berbeda dengan Wireshark yang memerlukan packet capture manual dan analisis post-processing, Zabbix bekerja otomatis dan tidak membebani network administrator, sesuai dengan keunggulan yang dilaporkan dalam [3] dan [15].

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan Wireshark [1], [2], [4], [6], penggunaan Zabbix dalam penelitian ini memberikan nilai tambah berupa *monitoring* berkelanjutan yang lebih praktis dan informatif untuk evaluasi QoS jangka panjang.

Oleh karena itu dari hasil analisis diperoleh bahwa:

- 1) Delay yang lebih tinggi pada *video call*: Dibandingkan dengan penelitian [2] yang memperoleh *delay* 19.7 ms pada VoIP suara, penelitian ini memperoleh *delay* 25.12 ms pada *video call bandwidth* 20 Mbps. Perbedaan ini wajar karena *video call* membutuhkan *bandwidth* lebih besar dan pemrosesan lebih kompleks dibandingkan *voice call*.
- 2) Konsistensi dengan temuan WLAN: Temuan penelitian ini sejalan dengan [6] yang menunjukkan degradasi QoS pada WLAN ketika beban meningkat atau *bandwidth* terbatas. Penelitian ini memperkuat dengan data kuantitatif bahwa *bandwidth* minimal 5 Mbps diperlukan untuk menjaga QoS *video call* dalam kategori baik.
- 3) Keunggulan *monitoring* berkelanjutan: Berbeda dengan [4] dan penelitian lain yang menggunakan Wireshark untuk *packet capture snapshot*, penelitian ini membuktikan bahwa Zabbix memberikan keunggulan *monitoring* berkelanjutan selama 15 menit dengan 30 data *point* per parameter, memberikan gambaran tren QoS yang lebih komprehensif.
- 4) Validasi implementasi SIP video: Penelitian ini melengkapi temuan [5] dengan menyediakan data QoS yang detail, menunjukkan bahwa SIP tidak hanya mampu melayani *video call* dari sisi kapasitas server, tetapi juga dapat mempertahankan QoS yang baik hingga sangat baik pada *bandwidth* yang memadai.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi implementasi *video call* berbasis SIP:

- 1) Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini, *bandwidth*  $\geq 10$  Mbps menghasilkan seluruh parameter QoS (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*) pada kategori sangat baik menurut standar TIPHON, sehingga direkomendasikan sebagai *bandwidth* minimum untuk layanan *video call* berkualitas tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian [9] dan [6] yang menunjukkan bahwa layanan komunikasi video pada jaringan WLAN memerlukan *bandwidth* menengah ke atas untuk menjaga stabilitas kualitas audio dan video. *Bandwidth* 5 Mbps masih dapat digunakan dengan kualitas *acceptable*, namun mulai menunjukkan peningkatan *packet loss*, sedangkan *bandwidth* di bawah 5 Mbps hanya direkomendasikan untuk kebutuhan non-critical karena berpotensi menurunkan kualitas layanan secara signifikan.
- 2) Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Zabbix mampu melakukan *monitoring* QoS secara real-time dan berkelanjutan dengan interval 30 detik, sehingga degradasi kualitas layanan dapat terdeteksi lebih awal. Temuan ini konsisten dengan penelitian [3] dan [15] yang membuktikan bahwa sistem *monitoring* berbasis Zabbix efektif dalam menyediakan data historis, visualisasi performa, serta alert otomatis terhadap anomali jaringan. Oleh karena itu, penerapan *monitoring* proaktif menggunakan Zabbix sangat direkomendasikan untuk mendukung keandalan layanan *video call* berbasis SIP.
- 3) Hasil pengujian menunjukkan bahwa pembatasan *bandwidth* berdampak langsung terhadap peningkatan *packet loss* dan potensi degradasi kualitas layanan. Hal ini menegaskan pentingnya perencanaan kapasitas jaringan dengan mempertimbangkan jumlah *concurrent video call* yang akan dilayani. Temuan ini diperkuat oleh penelitian [5] yang menunjukkan keterbatasan performa server dan jaringan pada beban panggilan tinggi, serta [6] yang melaporkan penurunan QoS signifikan ketika jumlah pengguna meningkat pada jaringan WLAN. Oleh karena itu, administrator jaringan perlu menghitung kebutuhan *bandwidth* total

secara proporsional terhadap jumlah pengguna simultan untuk memastikan layanan *video call* tetap berada pada kategori QoS yang baik hingga sangat baik.

#### 4. Simpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan dan menganalisis *Quality of Service* (QoS) pada layanan *video call* berbasis Session Initiation Protocol (SIP) menggunakan sistem *monitoring* Zabbix pada jaringan WLAN dengan variasi *bandwidth*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *video call* berbasis SIP mampu beroperasi dengan stabil pada berbagai kondisi *bandwidth*, dengan tingkat kualitas layanan yang berbeda-beda.

Pada *bandwidth* tinggi, seluruh parameter QoS seperti throughput, delay, *jitter*, dan *packet loss* berada pada kategori sangat baik sehingga kualitas *video call* dapat berlangsung dengan lancar tanpa gangguan yang signifikan. Pada *bandwidth* menengah, kualitas layanan masih berada pada kategori sangat baik dan tetap mampu mendukung komunikasi *video call* secara optimal. Sementara itu, pada *bandwidth* yang lebih rendah, kualitas layanan mulai mengalami penurunan terutama pada parameter *packet loss*, namun layanan *video call* masih dapat digunakan dengan kualitas yang masih dapat diterima.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa penggunaan Zabbix sebagai sistem *monitoring* memberikan kemudahan dalam pengumpulan data QoS secara real-time, penyimpanan data historis, serta penyajian visualisasi grafik yang informatif. Hal ini memudahkan proses evaluasi performa jaringan dan analisis kestabilan layanan *video call* berbasis SIP selama periode pengujian.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa implementasi *video call* berbasis SIP pada jaringan WLAN yang dimonitor menggunakan Zabbix mampu memberikan performa QoS yang baik hingga sangat baik pada *bandwidth* yang memadai. Untuk menjaga kualitas layanan yang optimal, penggunaan *bandwidth* menengah ke atas lebih direkomendasikan, sedangkan *bandwidth* rendah masih dapat digunakan dengan mempertimbangkan adanya potensi penurunan kualitas layanan.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian dengan jumlah pengguna simultan yang lebih banyak, menggunakan variasi codec video yang berbeda, serta menerapkan mekanisme manajemen QoS seperti *traffic shaping* atau prioritasasi trafik agar performa layanan dapat semakin optimal pada kondisi jaringan yang terbatas.

#### Daftar Referensi

- [1] F. A. Pratihamaja and E. Christianto, "Implementasi dan analisa QoS untuk kinerja VoIP dengan SIP berbasis Debian di SD Negeri Sepakung," *JIP (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 4, pp. 1891–1906, 2024.
- [2] M. Hasibuan and C. E. Suharyanto, "Implementasi dan perancangan VoIP server menggunakan *Trixbox opensource* dan VPN sebagai pengamanan antar *client*," *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, vol. 4, no. 5, pp. 85–95, 2021.
- [3] A. Al Muhaimin, T. Hardiani, and D. Wijayanto, "Sistem *monitoring* jaringan menggunakan Zabbix dengan metode NDLC (*Network Development Life Cycle*)," in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas Aisyiyah Yogyakarta*, vol. 2, pp. 1926–1933, Oct. 2024.
- [4] B. R. Rawadi, W. N. Kurniawan, R. B. Maulana, A. Wulandari, and S. Herfiah, "Analisa QoS pada jaringan VoIP menggunakan Asterisk dengan VPN," in *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, vol. 4, pp. 1081–1089, Jul. 2025.
- [5] R. Bantun, A. Ashari, and A. Karim, "Implementasi SIP *video call* menggunakan Raspberry Pi sebagai server," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 245–252, 2020.
- [6] E. R. J. N. Sani and M. Suryawinata, "Video conference service quality analysis on 802.11g WLAN network using Quality of Service (QoS) (case study: Zoom app)," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [7] J. J. Huang, P. C. Shen, and Y. T. Tseng, "Enhancing performance of feedback-based QoS scheduling for video delivery over WLANs," *Computer Communications*, vol. 99, pp. 77–83, 2017.

- [8] T. S. J. Juniarti, "Strategi *penerapan wireless mesh network* untuk peningkatan dan keandalan jaringan nirkabel," *Journal of Software Engineering and Information System (SEIS)*, pp. 98–107, 2025.
- [9] B. Arifwidodo and S. Ikhwan, "Analisa *Quality of Service* layanan *video call* berbasis *Internet Protocol Multimedia Subsystem* pada jaringan IP versi 6," *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 20, no. 2, pp. 95–104, 2019.
- [10] M. K. R. Farhandika and E. Christianto, "Analisa *Quality of Service (QoS) Voice Over Internet Protocol (VoIP)* pada *Powerline Communication (PLC)* di aliran listrik 110 volt dan 220 volt," *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 4, pp. 1936–1947, 2024.
- [11] A. M. Sllam and M. S. Ammarah, "*VoIP performance comparison across MPLS-based networks with SIP, H.323 signaling protocols enhancing the QoS through RSVP protocol*," in *Sebha University Conference Proceedings*, vol. 4, no. 1, pp. 23–28, Mar.2025.
- [12] G. A. L. Al Hakim, G. N. Nurkahfi, and M. G. Husada, "Pengukuran parameter QoS dan proses pengkonfigurasiian jaringan *point to point* untuk mobil otonom," *e-Proceeding FTI*, 2023.
- [13] R. F. Bari, A. Solehudin, and N. Heryana, "Analisis *Quality of Service (QoS)* jaringan internet berbasis *Wireless Local Area Network* pada layanan Indihome," *Jurnal Ilmiah wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 10, pp. 320–335, 2022.
- [14] A. Budiman, M. F. Duskarnaen, and H. Ajie, "Analisis *Quality of Service (QoS)* pada jaringan internet SMK Negeri 7 Jakarta," *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 2, pp. 32–36, 2020.
- [15] T. Ariyadi, M. Fikri, I. Irwansyah, and H. Yudiastuti, "Penerapan *monitoring* jaringan dengan Zabbix pada PT. PLN (Persero) UIP bagian Sumbagsel," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 12, no. 2, pp. 182–190, 2024.