



ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) PADA IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) MENGGUNAKAN TRIKBOX DAN ZOIPER BERBASIS VIRTUALBOX PADA UKM TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS IBRAHIMY

Safitri Nurul Qomariyah ^a, Siti Kholifah ^b, Firda Wati Husaini Kulsum^{*}, Nafisatul Insiyah^d, Abdus Samad^e

^a Fakultas Sains dan Teknologi/ Teknologi Informasi; gomariyahsafitrinurul@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

^b Fakultas Sains dan Teknologi/ Teknologi Informasi; kholifah24@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

^c Fakultas Sains dan Teknologi/ Teknologi Informasi; firdawatihusainikulsum3@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

^d Fakultas Sains dan Teknologi/ Teknologi Informasi; nafisatulinsiyah@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

^e Fakultas Sains dan Teknologi/ Teknologi Informasi; saintek.somad@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

Penulis Korespondensi: Firda Wati Husaini Kulsum

ABSTRACT

The rapid development of internet-based communication technology has encouraged the use of Voice over Internet Protocol (VoIP) as an efficient and cost-effective communication solution. However, the quality of VoIP communication is highly dependent on network performance. This study aims to implement a VoIP system using the Zoiper application within a VirtualBox-based virtual environment and analyze its Quality of Service (QoS) performance. This research was conducted in the Technology Information Student Organization (UKM Teknologi Informasi) as a case study of internal communication implementation. The method used includes designing a virtual network topology, configuring a VoIP server and Zoiper client, and conducting voice communication testing. QoS parameters such as delay, jitter, packet loss, and throughput were measured using network traffic analysis tools. The results show that the implemented VoIP system is able to provide stable voice communication with QoS values within acceptable standards. Therefore, the combination of VirtualBox and Zoiper proves to be an effective solution for learning and simulating VoIP systems in an organizational environment.

Keywords: VoIP; QoS; Zoiper; VirtualBox; UKM Teknologi Informasi.

Abstrak

Perkembangan teknologi komunikasi berbasis internet telah mendorong pemanfaatan Voice over Internet Protocol (VoIP) sebagai solusi komunikasi yang lebih efisien dan ekonomis. Namun, kualitas komunikasi VoIP sangat dipengaruhi oleh kinerja jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem VoIP menggunakan aplikasi Zoiper pada lingkungan virtual berbasis VirtualBox serta menganalisis Quality of Service (QoS) yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan pada lingkungan UKM Teknologi Informasi sebagai studi kasus implementasi komunikasi internal berbasis VoIP. Metode penelitian meliputi perancangan topologi jaringan virtual, konfigurasi server VoIP dan klien Zoiper, serta pengujian komunikasi suara. Parameter QoS yang dianalisis meliputi delay, jitter, packet loss, dan throughput menggunakan tools analisis jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem VoIP yang dibangun mampu menghasilkan komunikasi suara yang stabil dengan nilai QoS yang berada dalam kategori baik. Dengan demikian, VirtualBox dan Zoiper dapat digunakan sebagai media efektif untuk simulasi dan pembelajaran sistem VoIP dalam lingkungan organisasi.

Kata Kunci: VoIP; QoS; Zoiper; VirtualBox; UKM Teknologi Informasi.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada era digital telah mengubah cara manusia berinteraksi dan bertukar informasi. Salah satu perkembangan yang paling signifikan adalah peralihan sistem komunikasi dari jaringan telepon konvensional menuju komunikasi berbasis internet. Transformasi ini didorong oleh kebutuhan akan layanan komunikasi yang lebih fleksibel, efisien, dan ekonomis. Dalam konteks tersebut, teknologi Voice over Internet Protocol (VoIP) menjadi salah satu solusi yang banyak digunakan karena mampu mengirimkan data suara melalui jaringan Internet Protocol (IP) dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan sistem telepon tradisional [1].

VoIP merupakan teknologi yang mengubah sinyal suara analog menjadi paket data digital untuk ditransmisikan melalui jaringan internet. Teknologi ini memanfaatkan protokol komunikasi seperti Session Initiation Protocol (SIP) dan Real-Time Transport Protocol (RTP) sehingga memungkinkan komunikasi suara berlangsung secara real-time. Berbagai institusi pendidikan, perusahaan, dan organisasi saat ini telah mengadopsi VoIP sebagai sarana komunikasi internal maupun eksternal karena menawarkan efisiensi biaya operasional, kemudahan pengelolaan, serta kemampuan integrasi dengan berbagai layanan komunikasi lainnya [1]. Dalam penelitian ini, implementasi VoIP juga direpresentasikan pada lingkungan organisasi UKM Teknologi Informasi sebagai studi kasus kebutuhan komunikasi internal antar anggota yang membutuhkan sistem komunikasi yang efektif dan efisien.

Meskipun menawarkan banyak keuntungan, implementasi VoIP sangat bergantung pada kualitas jaringan yang digunakan. Berbeda dengan layanan data biasa, komunikasi suara bersifat sensitif terhadap gangguan jaringan karena memerlukan pengiriman data secara kontinu dan real-time. Kualitas suara yang buruk dapat disebabkan oleh tingginya nilai delay, jitter, packet loss, maupun rendahnya throughput jaringan. Kondisi tersebut dapat menyebabkan suara terputus-putus, keterlambatan percakapan, bahkan kegagalan komunikasi sehingga menurunkan kenyamanan pengguna [2].

Untuk memastikan kualitas layanan komunikasi VoIP tetap optimal, diperlukan evaluasi menggunakan metode Quality of Service (QoS). QoS merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengukur performa jaringan berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu delay, jitter, packet loss, dan throughput. Parameter parameter tersebut menjadi indikator penting dalam menentukan tingkat kualitas komunikasi suara pada jaringan berbasis IP. Penelitian oleh [2] menunjukkan bahwa pengukuran QoS menggunakan standar TIPHON mampu memberikan gambaran objektif mengenai kualitas layanan jaringan dan performa komunikasi yang dihasilkan.

Dalam implementasinya, pembangunan infrastruktur VoIP umumnya memerlukan perangkat server dan jaringan fisik yang relatif mahal. Oleh karena itu, teknologi virtualisasi menjadi alternatif yang efektif untuk melakukan simulasi dan pengujian sistem komunikasi tanpa memerlukan perangkat keras tambahan. Salah satu platform virtualisasi yang banyak digunakan adalah VirtualBox karena mampu menjalankan beberapa sistem operasi dalam satu komputer secara bersamaan. Dengan memanfaatkan VirtualBox, lingkungan jaringan VoIP dapat dibangun dan diuji secara virtual menggunakan Trixbox sebagai server IP-PBX sehingga lebih hemat biaya serta mudah diterapkan dalam kegiatan pembelajaran maupun penelitian. Pada sisi pengguna, aplikasi Zoiper merupakan salah satu softphone yang banyak digunakan dalam implementasi VoIP. Zoiper mendukung protokol SIP, mudah dikonfigurasi, dan dapat diintegrasikan dengan server Trixbox. Kombinasi antara VirtualBox sebagai lingkungan virtual, Trixbox sebagai server IP-PBX, dan Zoiper sebagai klien komunikasi memungkinkan implementasi VoIP dilakukan secara sederhana namun tetap mampu merepresentasikan kondisi jaringan yang sebenarnya. Zoiper mendukung protokol SIP, mudah dikonfigurasi, dan dapat digunakan pada berbagai sistem operasi. Kombinasi antara VirtualBox sebagai lingkungan virtual dan Zoiper sebagai client komunikasi memungkinkan implementasi VoIP dilakukan secara sederhana namun tetap mampu merepresentasikan kondisi jaringan yang sebenarnya. Penggunaan VirtualBox dan Zoiper pada penelitian ini juga diadaptasikan dalam lingkungan UKM Teknologi Informasi sebagai bentuk simulasi komunikasi berbasis VoIP antar anggota organisasi.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas analisis kualitas layanan VoIP. [1] melakukan evaluasi kualitas suara VoIP menggunakan berbagai codec dan menemukan bahwa nilai QoS seperti latency, jitter, dan packet loss memiliki pengaruh langsung terhadap kualitas komunikasi suara yang diterima pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa codec iLBC-13.33 menghasilkan performa terbaik berdasarkan pengukuran QoS dan Mean Opinion Score (MOS). Selain itu, [2] melakukan analisis QoS menggunakan

standar TIPHON dan membuktikan bahwa parameter delay, jitter, throughput, dan packet loss merupakan indikator utama dalam menilai performa jaringan komunikasi berbasis IP.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, sebagian besar kajian masih berfokus pada pengukuran QoS pada jaringan fisik, penggunaan berbagai codec, maupun evaluasi performa layanan komunikasi pada infrastruktur yang telah tersedia. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji implementasi VoIP menggunakan aplikasi Zoiper pada lingkungan virtual berbasis VirtualBox dalam konteks organisasi seperti UKM Teknologi Informasi masih relatif terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem VoIP menggunakan Zoiper pada lingkungan virtual berbasis VirtualBox serta menganalisis kualitas layanan jaringan berdasarkan parameter QoS yang meliputi delay, jitter, packet loss, dan throughput. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai performa komunikasi VoIP pada lingkungan UKM Teknologi Informasi sekaligus menjadi referensi bagi pengembangan sistem komunikasi berbasis IP yang efisien, ekonomis, dan mudah diterapkan dalam kegiatan pembelajaran maupun penelitian jaringan komputer.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Voice over Internet Protocol (VoIP)

Voice over Internet Protocol (VoIP) diklasifikasikan sebagai teknologi telekomunikasi yang memungkinkan terjadinya transmisi data percakapan suara secara real-time dengan memanfaatkan media jaringan internet atau infrastruktur berbasis Internet Protocol (IP). Prinsip kerja mendasar dari VoIP berpusat pada proses konversi gelombang sinyal audio analog dari suara manusia menjadi representasi bit digital. Data digital tersebut kemudian dipecah dan dikemas ke dalam bentuk paket-paket data untuk dikirimkan melalui jalur IP menuju node destinasi, di mana paket-paket tersebut akan dirakit kembali dan dikonversi ulang menjadi output sinyal audio analog agar dapat didengar oleh penerima.

Dalam siklus operasionalnya, jaringan VoIP disokong oleh interaksi beberapa protokol vital, di antaranya adalah Session Initiation Protocol (SIP). Protokol SIP mengemban tanggung jawab dalam manajemen sesi, meliputi inisiasi sambungan, negosiasi parameter komunikasi, pemeliharaan koneksi, hingga terminasi jalur panggilan antar-endpoint di dalam jaringan. Di samping SIP, VoIP mengandalkan Real-time Transport Protocol (RTP) yang bertugas khusus menangani aspek transportasi paket data multimedia secara instan, guna menjamin kestabilan aliran data suara tanpa menimbulkan waktu jeda yang masif selama percakapan berlangsung.

2.1.1. Quality of Service

Quality of Service (QoS) merupakan sebuah metodologi terstruktur yang diaplikasikan untuk mengukur, menilai, dan menganalisis performansi kuantitatif sebuah jaringan komputer berdasarkan indikator kelayakan tertentu. Pengukuran ini sangat krusial untuk menakar stabilitas distribusi data, terutama pada aplikasi yang menuntut transmisi data secara instan (real-time) seperti layanan VoIP.

- a. Delay (Latency): Merupakan total durasi waktu yang dihabiskan oleh suatu paket data untuk melakukan perjalanan dari titik pengirim (source) hingga tiba di titik penerima (destination). Berdasarkan parameter kelayakan yang ditetapkan oleh badan standardisasi TIPHON, akumulasi nilai delay yang ideal untuk menjamin kejernihan komunikasi suara wajib berada pada ambang rentang di bawah 150 ms.
- b. Jitter: Didefinisikan sebagai nilai variasi atau fluktuasi pada waktu kedatangan (inter-arrival time) antar-paket data yang dikirimkan melewati medium jaringan internet. Tingginya indeks jitter berbanding lurus dengan penurunan kualitas audio, yang mengakibatkan suara terdengar terputus putus atau patah-patah di sisi penerima.
- c. Packet Loss: Merupakan rasio persentase yang menunjukkan jumlah paket data yang gagal mencapai node tujuan dibandingkan dengan total keseluruhan paket yang dikirimkan. Fenomena ini umumnya dipicu oleh terjadinya kepadatan arus lalu lintas data (congestion) pada antrean jalur jaringan, yang memaksa router untuk membuang paket data tersebut.
- d. Throughput: Menggambarkan volume data aktual (bandwidth riil) yang sukses dialirkan dan diterima melewati media komunikasi jaringan dalam satu satuan waktu tertentu (biasanya diukur dalam Kbp

2.1.2. Zoiper

Zoiper merupakan perangkat lunak berjenis softphone yang dirancang untuk memfasilitasi aktivitas panggilan suara (voice call) maupun video melalui arsitektur jaringan VoIP dengan memanfaatkan fondasi protokol SIP atau IAX. Peran utama dari Zoiper adalah bertindak sebagai terminal klien (VoIP client) yang

menduplikasi fungsi telepon fisik ke dalam aplikasi komputer atau gawai, sehingga pengguna dapat saling terhubung via internet tanpa ketergantungan pada perangkat keras telepon konvensional. Parameter konfigurasi akun SIP pada aplikasi Zoiper secara umum meliputi pengisian Username (identitas ekstensi), Password (kunci autentikasi), alamat Domain atau IP Address milik server VoIP, serta penetapan nomor Port SIP standar.

2.1.3 VirtualBox

Oracle VM VirtualBox merupakan perangkat lunak virtualisasi arsitektur komputer (x86 dan AMD64/Intel64) yang mengizinkan pengguna untuk mengeksekusi dan menjalankan beberapa sistem operasi tambahan (guest operating system) di dalam satu unit perangkat keras komputer fisik tunggal secara simultan. Dalam ruang lingkup penelitian teknologi VoIP, platform VirtualBox dimanfaatkan sebagai media isolasi untuk menciptakan sebuah miniatur ekosistem jaringan lokal virtual terisolasi (Internal Network). Ekosistem virtual ini memuat komponen utama berupa satu mesin virtual yang bertindak sebagai server IP-PBX Asterisk, serta beberapa mesin virtual independen lainnya yang berfungsi sebagai terminal klien yang saling terkoneksi dalam satu segmen alamat IP yang seragam.

2.1.4 Penelitian Terdahulu

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

N0	Penulis & Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Ortega & Ortega (2024) [1]	Eksperimental performansi VoIP menggunakan varias	Menegaskan bahwa kejernihan artikulasi suara dipengaruhi secara signifikan oleh fluktuasi metrik latency, jitter, dan packet loss.	Berfokus penuh pada komparasi matematis jenis codec, bukan pada analisis optimasi di lingkungan komputasi virtual.
2	Hidayat et al. (2024) [2]	Analisis kuantitatif QoS jaringan mengacu pada regulasi standar TIPHON.	Membuktikan bahwa kualitas jaringan IP sangat dipengaruhi oleh konsistensi parameter delay, jitter, dan alokasi throughput.	Objek pengujian didasarkan pada infrastruktur jaringan fisik WiCo Grapari, bukan pemodelan virtual.
3	Miswar et al. (2024) [3]	Analisis performansi parameter QoS pada implementasi protokol routing dinamis BGP.	Menyimpulkan bahwa pemilihan protokol routing memengaruhi stabilitas pengiriman paket data berbasis UDP dan TCP.	Berfokus pada dinamika routing skala luas (wide area network), bukan pada pemodelan sistem VoIP lokal terisolasi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen laboratorium (experimental research) dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Implementasi dari metode ini diwujudkan melalui pengujian, pengukuran, dan analisis langsung terhadap data numerik kualitas layanan jaringan VoIP berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) yaitu delay, jitter, packet loss, dan throughput yang diisolasi di dalam ekosistem virtual berbasis Oracle VM VirtualBox.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah implementasi sistem komunikasi Voice over Internet Protocol (VoIP) pada lingkungan UKM Teknologi Informasi Universitas Ibrahimy menggunakan Trixbox sebagai server IP-PBX yang dijalankan pada Oracle VM VirtualBox serta aplikasi Zoiper sebagai klien komunikasi. Penelitian

difokuskan pada analisis kualitas layanan (Quality of Service/QoS) berdasarkan parameter delay, jitter, packet loss, dan throughput.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UKM Teknologi Informasi Universitas Ibrahimy, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Implementasi sistem dan pengujian dilakukan menggunakan laboratorium virtual yang dibangun pada komputer peneliti dengan memanfaatkan Oracle VM VirtualBox sebagai media virtualisasi. Kegiatan penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu mulai April hingga Juni 2026 yang meliputi studi literatur, perancangan sistem, instalasi server VoIP, konfigurasi jaringan, pengujian komunikasi suara, hingga analisis parameter QoS.

3.4 Perangkat Penelitian

3.4.1 Perangkat Keras (Hardware)

Penyusunan arsitektur laboratorium virtual ditopang oleh satu unit laptop dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

- Processor: Intel Core i5-1135G7 (4 Cores, 8 Threads, up to 4.20 GHz)
- Memory: RAM 8 GB DDR4
- Storage: Solid State Drive (SSD) dengan ketersediaan ruang penyimpanan minimal 20 GB

3.4.2 Perangkat Lunak (Software)

- Oracle VM VirtualBox 7.0
- Trixbox CE berbasis Linux
- Asterisk (terintegrasi dalam Trixbox)
- Zoiper 5.5
- Wireshark 4.2

3.5 Desain Sistem dan Topologi Jaringan

Penelitian ini mengadopsi model arsitektur client-server yang digunakan sebagai simulasi komunikasi internal pada UKM Teknologi Informasi Universitas Ibrahimy. Implementasi dilakukan pada skema jaringan lokal virtual (Virtual Local Area Network) menggunakan Oracle VM VirtualBox. Di dalam platform VirtualBox, server IP-PBX Trixbox dikonfigurasi menggunakan kartu jaringan virtual dengan mode Internal Network (diberi nama jala: voip-lan). Selanjutnya, dua atau lebih mesin virtual klien dikoneksikan ke dalam segmen jaringan internal yang sama. Alokasi pengalamatan IP (IP Address) didistribusikan secara statis pada subnet yang seragam agar seluruh node virtual dapat saling berinteraksi menggunakan protokol SIP tanpa memerlukan interferensi dari gateway internet luar.

3.6 Alur Penelitian

- Studi Literatur: Mengumpulkan teori dasar mengenai teknologi VoIP, mekanisme protokol SIP/RTP, serta indikator batas kelayakan standar QoS TIPHON.
- Perancangan Topologi: Mendesain skema interkoneksi jaringan virtual dan pengalamatan IP antar klien dan server di lingkungan VirtualBox.
- Instalasi Trixbox pada Oracle VM VirtualBox sebagai server IP-PBX.
- Konfigurasi Trixbox, meliputi pembuatan extension SIP melalui antarmuka FreePBX, pengaturan dial plan, serta aktivasi layanan komunikasi VoIP. Konfigurasi Klien: Menginstalasi aplikasi Zoiper pada mesin klien, dilanjutkan dengan registrasi nomor ekstensi merujuk pada alamat IP server Asterisk.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Data kuantitatif riset dihimpun melalui metode observasi eksperimental secara langsung pada sistem yang sedang berjalan. Proses pengumpulan data mengandalkan teknik packet sniffing menggunakan Wireshark untuk menangkap paket-paket protokol SIP (untuk signaling) dan RTP (untuk data audio). Replikasi eksperimen dilakukan secara berulang guna memastikan data yang diperoleh memiliki tingkat konsistensi dan validitas statistik yang tinggi. Data yang diperoleh merupakan hasil pengujian komunikasi VoIP yang dilakukan pada lingkungan virtual yang merepresentasikan komunikasi internal UKM Teknologi Informasi.

3.8 Parameter Pengujian QoS

Kalkulasi matematis untuk menentukan nilai dari masing-masing parameter kualitas jaringan mengacu pada formula standar sebagai berikut:

a. Delay (Latency)

Metrik delay dihitung berdasarkan selisih waktu antara pengiriman paket dari sisi source hingga paket tersebut sukses diterima di sisi destination.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Waktu Penerimaan} - \text{Waktu Pengiriman}}{\text{Total Paket yang Diterima}}$$

b. Jitter

Jitter mengukur variasi selisih waktu kedatangan antar-paket data secara berurutan. Berdasarkan regulasi standar IETF RFC 1889, rumusan pencarian nilai fluktuasi jitter ke-\$i\$ didefinisikan sebagai:

$$D(i, i - 1) = (R_i - S_i) - (R_{i-1} - S_{i-1})$$

$$J_i = J_{i-1} + \frac{|D(i, i - 1)| - J_{i-1}}{16}$$

Di mana \$\$\$ merupakan waktu kirim paket, dan \$R\$ mewakili waktu terima paket.

c. Packet Loss

Persentase kehilangan paket dihitung dengan membandingkan selisih jumlah paket yang diproduksi pengirim dengan paket yang selamat sampai tujuan.

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Total Paket Dikirim} - \text{Total Paket Diterima}}{\text{Total Paket Dikirim}} \times 100\%$$

d. Throughput

Throughput dihitung dari total volume data (dalam satuan bit atau kilobit) yang berhasil melewati antarmuka jaringan selama interval durasi panggilan berlangsung.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Total Ukuran Paket Data yang Diterima (bit)}}{\text{Durasi Waktu Transmisi (detik)}}$$

3.9 Teknik Analisis Data

Seluruh data kuantitatif yang berhasil diekstraksi dari menu VoIP Calls Stream Analysis pada Wireshark selanjutnya diolah menggunakan teknik analisis deskriptif statistik. Proses ini dilakukan dengan menghitung nilai rerata (mean) dari 10 kali percobaan pengujian untuk tiap parameter (Delay, Jitter, Packet Loss, Throughput). Nilai rata-rata tersebut kemudian dikonfrontasikan secara langsung dengan tabel konversi indeks kelayakan jaringan telekomunikasi yang diterbitkan oleh badan standardisasi Eropa, TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks).

3.10 Metode Pengujian dan Skenario Eksperimen

Pengujian performa dilakukan dengan menetapkan skenario terukur sebagai berikut: Guna memperoleh data yang akurat, parameter kondisi pengujian diatur lewat skenario eksperimen terstruktur sebagai berikut:

- Karakteristik Skenario: Melakukan panggilan suara (voice call) dua arah antar akun Zoiper yang telah terdaftar pada server Asterisk untuk mensimulasikan komunikasi internal antar anggota UKM Teknologi Informasi.
- Kondisi Lalu Lintas Jaringan: Pengujian diisolasi penuh di dalam lingkup jaringan lokal virtual internal tanpa melibatkan beban lalu lintas data latar belakang (no background traffic/clean environment), untuk melihat performa murni sistem virtualisasi.
- Durasi dan Replikasi: Sesi komunikasi suara pada tiap panggilan dijaga konstan selama durasi waktu 3 menit (180 detik). Skenario panggilan ini dieksekusi secara berulang sebanyak 10 kali percobaan replikasi demi memenuhi prinsip validitas sebaran data statistik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN**4.1 Implementasi Sistem VoIP**

Sistem VoIP berhasil diimplementasikan pada lingkungan UKM Teknologi Informasi Universitas Ibrahimy menggunakan Trixbox sebagai server IP-PBX yang dijalankan pada Oracle VM VirtualBox. Seluruh akun SIP berhasil didaftarkan melalui antarmuka FreePBX dan digunakan oleh aplikasi Zoiper sebagai klien komunikasi. Implementasi ini memungkinkan komunikasi suara antar pengguna berlangsung secara real-time melalui jaringan virtual. Implementasi ini dirancang untuk merepresentasikan kebutuhan komunikasi

internal antar anggota UKM Teknologi Informasi melalui jaringan lokal virtual. Seluruh pengguna berhasil melakukan registrasi ke server menggunakan protokol SIP melalui port 5060. Selanjutnya, komunikasi suara berlangsung menggunakan protokol RTP (Real-Time Transport Protocol) sehingga proses pertukaran data suara dapat dilakukan secara real-time.

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan komunikasi suara antar pengguna yang merepresentasikan anggota UKM Teknologi Informasi. Berdasarkan sepuluh kali pengujian, seluruh proses registrasi akun SIP berhasil dilakukan tanpa kendala. Selain itu, seluruh panggilan suara berhasil tersambung dengan tingkat keberhasilan (call success rate) sebesar 100%.

Selama proses komunikasi berlangsung tidak ditemukan kegagalan panggilan (call drop), suara terputus, maupun gangguan konektivitas. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi VoIP pada lingkungan UKM Teknologi Informasi telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem yang dibuat.

4.3 Hasil Pengukuran Quality of Service (QoS)

Pengukuran Quality of Service dilakukan terhadap aktivitas komunikasi suara antar pengguna pada lingkungan UKM Teknologi Informasi menggunakan aplikasi Wireshark. Pengukuran kuantitatif dilakukan dengan mengekstrak file log hasil capture trafik data Wireshark saat sesi pengujian panggilan suara berlangsung untuk mendapatkan nilai parameter riil dari Delay, Jitter, Packet Loss, dan Throughput.

4.4 Tabel Hasil Pengujian QoS

Data hasil pengukuran parameter dari 10 kali replikasi eksperimen panggilan disajikan secara ringkas pada Tabel di bawah ini:

Tabel 2 Hasil Pengujian QoS

No	Skeneraio Pengujian	Delay (Ms)	Jitter (Ms)	Packet Loss (%)	Throughput (Kbps)	Kategori TIPHON
1	Panggilan 1	12,4	1,2	0	81,5	Sangat Bagus
2	Panggilan 2	14,1	0,8	0	83,2	Sangat Bagus
3	Panggilan 3	11,8	1,5	0	79,8	Sangat Bagus
4	Panggilan 4	15,2	2,1	0	82,1	Sangat Bagus
5	Panggilan 5	13,5	1,1	0	80,4	Sangat Bagus
6	Panggilan 6	12,9	0,9	0	84,4	Sangat Bagus
7	Panggilan 7	16,0	1,7	0	78,5	Sangat Bagus
8	Panggilan 8	14,3	2,3	0	81,9	Sangat Bagus
9	Panggilan 9	11,5	1,4	0	83,5	Sangat Bagus
10	Panggilan 10	13,6	1,0	0	80,1	Sangat Bagus
	Rata-rata	13,55	1,40	0	81,50	Sangat Bagus

4.5 Analisa QoS

Teknologi Informasi memiliki performa jaringan yang sangat baik. Seluruh parameter QoS berada pada kategori "Sangat Bagus" menurut standar TIPHON sehingga komunikasi suara dapat berlangsung secara stabil tanpa gangguan yang berarti., performa pengujian dianalisis menggunakan batasan indikator klasifikasi berikut:

- Delay: Kategori Sangat Bagus (< 150 ms), Bagus (150–300 ms), Sedang (300–450 ms), Buruk (> 450 ms).
- Jitter: Kategori Sangat Bagus (0 ms), Bagus (< 20 ms), Sedang (20–50 ms), Buruk (> 50 ms).
- Packet Loss: Kategori Sangat Bagus (0–1%), Bagus (1–3%), Sedang (3–15%), Buruk (> 25%).
- Throughput: Semakin tinggi nilai throughput data yang didapat, maka semakin handal dan efisien utilitas bandwidth jaringan saat transmisi data suara.

4.6 Pembahasan

Implementasi sistem VoIP pada lingkungan UKM Teknologi Informasi menunjukkan bahwa virtualisasi menggunakan Oracle VM VirtualBox mampu digunakan sebagai media simulasi komunikasi internal organisasi secara efektif. Walaupun seluruh komponen server dan klien dijalankan pada satu perangkat fisik menggunakan mesin virtual, sistem tetap mampu memberikan kualitas komunikasi suara yang stabil.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai rata-rata delay sebesar 13,55 ms, jitter sebesar 1,40 ms, packet loss sebesar 0%, dan throughput sebesar 81,50 Kbps masih berada dalam kategori "Sangat Bagus" berdasarkan standar TIPHON. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa implementasi VoIP yang diterapkan pada UKM Teknologi Informasi mampu mendukung komunikasi suara secara real-time dengan kualitas yang baik.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian [1] yang menyatakan bahwa kualitas komunikasi VoIP sangat dipengaruhi oleh parameter QoS, terutama delay, jitter, dan packet loss. Selain itu, hasil penelitian ini juga mendukung penelitian [2] yang menunjukkan bahwa pengukuran QoS berdasarkan standar TIPHON dapat digunakan sebagai indikator objektif dalam mengevaluasi kualitas layanan jaringan berbasis IP.

Perbedaan penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada penerapan sistem VoIP dalam lingkungan virtual yang merepresentasikan kebutuhan komunikasi internal UKM Teknologi Informasi. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa VirtualBox dan Zoiper tidak hanya efektif digunakan sebagai media pembelajaran, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai sarana simulasi implementasi komunikasi organisasi sebelum diterapkan pada jaringan sebenarnya.

4.7 Interpretasi Hasil

Berdasarkan seluruh hasil pengujian, implementasi VoIP pada lingkungan UKM Teknologi Informasi mampu menghasilkan komunikasi suara yang stabil dengan kualitas layanan yang memenuhi standar TIPHON. Nilai delay dan jitter yang rendah serta tidak ditemukannya packet loss menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan pengalaman komunikasi yang baik bagi pengguna. Oleh karena itu, kombinasi Oracle VM VirtualBox, Asterisk, dan Zoiper dapat dijadikan alternatif implementasi komunikasi internal organisasi yang efisien, ekonomis, dan mudah dikembangkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, implementasi sistem Voice over Internet Protocol (VoIP) menggunakan aplikasi Zoiper pada lingkungan virtual berbasis VirtualBox berhasil diterapkan dan dapat digunakan untuk melakukan komunikasi suara antar pengguna dengan baik. Hasil pengukuran Quality of Service (QoS) berdasarkan parameter delay, jitter, packet loss, dan throughput menunjukkan bahwa kualitas layanan yang dihasilkan berada pada kategori yang baik dan mampu mendukung komunikasi suara secara real-time. Dengan demikian, VirtualBox dan Zoiper dapat digunakan sebagai alternatif yang efektif untuk simulasi dan pembelajaran teknologi VoIP.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan jumlah pengguna (client) dan melakukan pengujian pada kondisi jaringan yang berbeda untuk memperoleh hasil analisis QoS yang lebih komprehensif. Selain itu, dapat dilakukan perbandingan dengan lingkungan jaringan fisik untuk mengetahui perbedaan performa layanan VoIP yang dihasilkan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing, keluarga, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi selama proses penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyediaan sarana dan prasarana sehingga penelitian mengenai implementasi dan analisis Quality of Service (QoS) pada sistem VoIP menggunakan Zoiper di lingkungan VirtualBox dapat terlaksana dengan baik. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang jaringan komputer dan teknologi komunikasi berbasis IP.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ortega, M. E., & Ortega, J. (2024). An Assessment of Voice Quality and QoS in Real VoIP Calls Using Multiple Voice Codecs. *Proceedings of the International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics (IMCIC 2024)*.

- [2] Hidayat, R. B. N., Oktaviana, L. D., & Kuncoro, A. P. (2024). Quality of Service Analysis of WiCo Network Grapari Telkom Purwokerto Using TIPHON Standard. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JUTIF)*, 5(2), 145-152.
- [3] Miswar, N., Herman, & Riadi, I. (2024). BGP Dynamic Routing Protocol: A QoS Analysis for TCP and UDP. *KINETIK: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, 9(1), 89-98.
- [4] Pratama, A. Y., & Ramadhani, S. (2025). Analisis Performa Server IP-PBX Asterisk pada Lingkungan Virtual Berbasis Open-Source untuk Skala Laboratorium. *Jurnal Jaringan Komputer dan Telekomunikasi*, 8(1), 22-31.
- [5] Purwanto, E., & Setiawan, B. (2023). Pengukuran Parameter Quality of Service (QoS) pada Jaringan Voice over Internet Protocol (VoIP) Menggunakan Standar TIPHON. *Jurnal Telematika dan Komputasi*, 11(3), 178-187.
- [6] Siregar, M. H., & Fitriani, D. (2025). Studi Komparasi Kinerja Softphone Zoiper dan Linphone pada Protokol SIP Menggunakan Analisis Wireshark. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 11(2), 112-120.
- [7] Utomo, R. P. (2024). *Simulasi dan Optimalisasi Jaringan Komputer Berbasis VirtualBox dan GNS3*. Yogyakarta: Tekno Press.
- [8] A. S. R. M. Sinaga, "Analisis Parameter Quality of Service (QoS) pada Jaringan Komunikasi Suara Berbasis Session Initiation Protocol (SIP)," *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 88-96, 2023.
- [9] F. Nurafifah, M. R. Al-Mubarak, and I. Ahmad, "Simulasi Jaringan VoIP Menggunakan Asterisk Server pada Platform Virtualisasi Oracle VM VirtualBox," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 14-23, 2024.
- [10] D. P. Utomo and R. J. Samosir, "Evaluasi Performa Protokol Real-Time Transport (RTP) untuk Transmisi Data Audio Menggunakan Packet Sniffer Wireshark," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 7, no. 3, pp. 1102-1110, 2023.
- [11] K. G. G. S. Putra and I. M. S. Putra, "Analisis Perbandingan Delay dan Jitter pada Layanan VoIP dengan Penerapan Metode Queueing," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, vol. 4, no. 2, pp. 215-224, 2023.
- [12] R. Gunawan and A. S. Widadi, "Implementasi IP-PBX Asterisk untuk Optimalisasi Jaringan Komunikasi Internal Skala Lab," *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, vol. 22, no. 1, pp. 34-42, 2022.
- [13] M. T. Anwar and S. Sulistyowati, "Pengujian Keamanan dan Kualitas Layanan Panggilan Suara pada Klien Softphone Zoiper Berbasis Protokol TLS," *Jurnal Komputasi dan Jaringan*, vol. 9, no. 2, pp. 77-85, 2024.
- [14] T. Wibowo, "Kajian Standar Kelayakan Jaringan Telekomunikasi Berdasarkan Parameter Indeks TIPHON pada Ekosistem Cloud Computing," *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 56-64, 2024.
- [15] N. L. P. M. Putu and I. W. A. Wijaya, "Analisis Pengaruh Throughput dan Packet Loss Terhadap Kejernihan Suara Layanan Komunikasi VoIP pada Jaringan Nirkabel," *Jurnal Telematika Sistem Suara*, vol. 13, no. 1, pp. 12-20, 2025.