



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>
 Volume 8 Nomor 1, 2025
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 27/02/2025
 Reviewed : 02/03/2025
 Accepted : 02/03/2025
 Published : 10/03/2025

Yoga Akhmadi
 Putra¹
 Toni²
 Muizuddin Azka³

ANALISIS QUALITY OF SERVICE SISTEM IP-PBX YEASTAR S50 DAN 3CX DI AIRNAV CABANG PEKANBARU

Abstrak

Sistem IP-PBX berbasis VoIP telah menjadi solusi utama dalam komunikasi suara, termasuk di AirNav Cabang Pekanbaru. Saat ini, dua sistem IP-PBX tipe Yeastar S50 dan 3CX sedang dipertimbangkan untuk digunakan, namun belum ada analisis mendalam terkait QoS keduanya sebagai dasar penentuan. QoS adalah faktor penting dalam menentukan kualitas komunikasi suara, dipengaruhi oleh Latency, Jitter, Packet Loss, dan Mean Opinion Score (MOS). Analisis deskriptif digunakan dalam penelitian ini, dengan teknik deskriptif komparatif membandingkan QoS kedua sistem pada waktu pengukuran pagi, siang, dan malam (masing-masing selama 120 menit) menggunakan Wireshark untuk menangkap data dan google colab untuk pengolahan data. Hasilnya menunjukkan bahwa kedua sistem memiliki QoS yang sangat baik, dengan Latency rendah, Packet Loss 0%, dan MOS di atas ≥ 4.0 . Namun, 3CX lebih stabil dalam Jitter, terutama pada malam hari, dibandingkan dengan Yeastar S50. Oleh karena itu, 3CX lebih optimal untuk kondisi jaringan yang lebih padat. Penelitian ini memberikan wawasan bagi AirNav Cabang Pekanbaru dalam menentukan sistem IP-PBX yang paling sesuai berdasarkan QoS.

Kata kunci: VoIP, 3CX, Yeastar S50, Latency, Jitter, Packet Loss, AirNav Cabang Pekanbaru

Abstrac

The VoIP-based IP-PBX system has become the primary solution for voice communication, including at the AirNav Pekanbaru Branch. Currently, two IP-PBX systems, Yeastar S50 and 3CX, are being considered for use, but no in-depth analysis has been conducted regarding the QoS of both as a basis for decision-making. QoS is an important factor in determining the quality of voice communication, influenced by Latency, Jitter, Packet Loss, and Mean Opinion Score (MOS). Descriptive analysis is used in this study, with a comparative descriptive technique to compare the QoS of both systems at measurement times in the morning, afternoon, and evening (each for 120 minutes), using Wireshark for data Capture and Google Colab for data processing. The results show that both systems have Excellent QoS, with low Latency, 0% Packet Loss, and MOS above ≥ 4.0 . However, 3CX is more stable in terms of Jitter, especially during the evening, compared to Yeastar S50. Therefore, 3CX is more optimal for conditions with higher network traffic. This research provides insights for AirNav Pekanbaru Branch in determining the MOST suitable IP-PBX system based on QoS.

Keywords: VoIP, 3CX, Yeastar S50, Latency, Jitter, Packet Loss, AirNav Cabang Pekanbaru.

PENDAHULUAN

Komunikasi yang efektif sangat penting untuk kelancaran operasional, terutama dalam sektor yang memerlukan koordinasi tinggi seperti penerbangan. AirNav Indonesia, sebagai pengelola lalu lintas udara, membutuhkan sistem komunikasi yang dapat diandalkan, cepat, dan jelas agar tidak terjadi kesalahan dalam koordinasi antar unit yang dapat berisiko fatal. Salah satu teknologi yang kini digunakan secara luas untuk mendukung komunikasi adalah Voice over IP (VoIP), yang memungkinkan pengiriman suara dan data melalui jaringan IP dengan biaya yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem telepon konvensional.

^{1,2} Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

³ Badan Riset dan Inovasi Nasional

email: yogaakhmadiputra@gmail.com, toni@ppicurug.ac.id, muizuddin.azka@brin.go.id

Di Cabang Pekanbaru, AirNav Indonesia telah mengimplementasikan sistem VoIP untuk mendukung komunikasi antar unit dalam operasional dan pengelolaan lalu lintas udara. Tujuan penerapan sistem ini adalah untuk meningkatkan efisiensi, fleksibilitas komunikasi, mengurangi biaya operasional, serta mempermudah manajemen jaringan komunikasi yang lebih terintegrasi. Meskipun teknologi VoIP memberikan banyak manfaat, pemilihan sistem yang tepat sangat penting untuk memastikan kualitas komunikasi yang optimal. Saat ini, terdapat beberapa solusi aplikasi, di antaranya adalah 3CX dan Yeastar S50, yang masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan dari segi performa, biaya, dan fitur.

Sistem 3CX dikenal karena kemampuannya yang fleksibel dan mudah diintegrasikan dengan berbagai perangkat serta kemudahan dalam manajemennya. Di sisi lain, Yeastar S50 merupakan solusi VoIP yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan komunikasi di perusahaan besar dengan kapasitas lebih besar dan kinerja yang lebih stabil. Meskipun kedua sistem ini cukup populer di kalangan perusahaan besar, belum ada penelitian yang mendalam yang membandingkan kinerja keduanya dalam konteks operasional di AirNav Indonesia, khususnya di Cabang Pekanbaru. Faktor-faktor yang perlu dibandingkan antara kedua sistem ini termasuk Latency, Jitter, Packet Loss, dan MOS yang masing-masing mempengaruhi efektivitas komunikasi menggunakan VoIP. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja kedua sistem VoIP, 3CX dan Yeastar S50, di Cabang Pekanbaru. Diharapkan hasil analisis ini dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja kedua sistem dan memberikan rekomendasi bagi AirNav Cabang Pekanbaru dalam memilih sistem yang lebih sesuai dengan kebutuhan operasional mereka.

METODE

Analisis deskriptif akan menggambarkan keadaan yang sebenarnya, yang tampak pada objek penelitian, yaitu dengan cara mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data yang didapat, kemudian membuat kesimpulan dari hasil penelitian tersebut. Menurut Sugiyono (2012), Analisis deskriptif dengan teknik deskriptif komparasi adalah penelitian yang membandingkan dua variabel atau lebih. Implementasi teknik tersebut dalam penelitian ini adalah untuk melihat sistem mana yang memberikan kualitas layanan terbaik berdasarkan hasil pengukuran dan analisis QoS. Pengumpulan data meliputi Latency, Jitter, Packet Loss, dan Mean Opinion Score (MOS), yang diukur dengan menggunakan Wireshark. Kemudian diolah dengan Google Colab untuk melihat kinerja kedua sistem.

Pendekatan komparatif digunakan untuk membandingkan kedua sistem IP-PBX yang memiliki kesamaan, namun mungkin berbeda dalam kinerja QoS.

Penelitian ini dilaksanakan di AirNav Cabang Pekanbaru selama 5 bulan, dimulai pada Oktober 2024 hingga Februari 2025. Aktivitas penelitian meliputi berbagai tahap, mulai dari penyusunan proposal, pengumpulan data, pengujian sistem VoIP, analisis QoS menggunakan Wireshark dan Google Colab, hingga penulisan penelitian.

Tabel III. 1 Rincian aktivitas penelitian setiap bulan

No	Kegiatan	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
1	Penyusunan Proposal Tugas Akhir					
2	Penyusunan Tinjauan Pustaka					
3	Pengumpulan Data dan Observasi					
4	Pengujian Sistem VoIP (Yeastar S50, 3CX)					
5	Pengolahan Data dengan Google Colab					
6	Penyusunan Bab Metodologi dan Hasil Penelitian					
7	Diskusi dan Perbandingan Hasil dengan Penelitian Terdahulu					
8	Penyusunan Kesimpulan dan Rekomendasi					
9	Revisi dan Finalisasi Laporan Tugas Akhir					
10	Persiapan Sidang dan Presentasi					

Analisis Data

Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran Yeastar S50 dan 3CX dengan standar QoS yang berlaku. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi. Berikut adalah tampilan hasil analisis QoS dari Wireshark sebelum diolah di Google Colab. Pada Gambar III.12, hasil pengukuran QoS perangkat Yeastar S50 pada sesi pagi diperlihatkan, yang meng-Capture komunikasi data yang menggunakan komunikasi VoIP. Selanjutnya, Gambar III.13 memperlihatkan hasil pengukuran Yeastar S50 pada sesi siang, yang memberikan gambaran tentang bagaimana sistem berperforma saat trafik komunikasi berada pada puncaknya. Gambar III.14 menunjukkan hasil pengukuran Yeastar S50 pada sesi malam, ketika jumlah pengguna lebih sedikit dan kondisi jaringan lebih stabil.

Pada Gambar III.15, hasil pengukuran 3CX pada sesi pagi ditampilkan, memperlihatkan bagaimana sistem berperforma di kondisi awal hari. Gambar III.16 menunjukkan hasil pengukuran 3CX pada sesi siang, di mana sistem diuji dalam kondisi yang lebih sibuk dengan lebih banyak pengguna yang terhubung. Terakhir, Gambar III.17 menyajikan hasil pengukuran 3CX pada sesi malam, yang menunjukkan kinerja sistem ketika jaringan lebih stabil dan jumlah pengguna berkurang.

Perbandingan hasil pengukuran pada setiap sesi untuk Yeastar S50 dan 3CX memberikan wawasan tentang kualitas komunikasi suara pada kedua sistem di berbagai kondisi jaringan, membantu dalam menilai performa sistem VoIP dalam berbagai situasi.

15871-127 172.23.68.3 11924 172.23.70.217 12300 0x4c71044 2047.495380 0.36 g711u 933 0 (0.0%) 0.000000 19.91700 25.23000 0.88917 1.01948

Stream	Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	SSRC	Start Time	Duration	Payload	Packets	Lost	Min Delta (ms)	Mean Delta (ms)	Max Delta (ms)	Min Jitter	Mean Jitter
15871-127	172.23.68.3	11924	172.23.70.217	12300	0x4c71044	2047.495380	0.36	g711u	933	0 (0.0%)	0.000000	19.91700	25.23000	0.88917	1.01948
15870-127	172.23.68.3	11920	172.23.70.214	12021	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	932	0 (0.0%)	0.000000	19.90900	25.48000	0.88900	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11936	172.23.70.217	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	888	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	10924	172.23.70.212	12752	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	888	0 (0.0%)	0.000000	19.90900	25.48000	0.88900	1.02000
15871-127	172.23.68.3	10932	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	888	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11932	172.23.70.212	12752	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	100	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	625	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	10936	172.23.70.217	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	625	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15870-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380	0.36	g711u	136	0 (0.0%)	0.000000	19.94000	24.76000	0.88400	1.02000
15871-127	172.23.68.3	11940	172.23.70.219	12300	0x4c71040	2047.495380									

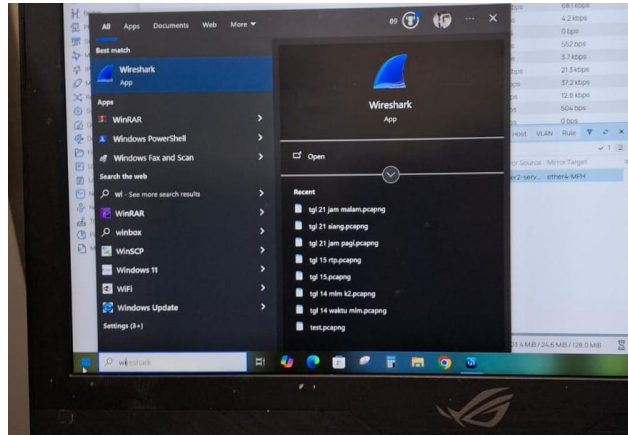
No.	Time	Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	SSRC	Start Time	Duration	Payload	Packets	Lost	Min Delta (ms)	Mean Delta (ms)	Max Delta (ms)	Min Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)
4442.237	172.23.68.3	10782	172.23.70.214	12424	0x6b70992	7311.494996	18.95	g711u	949	0.0 (0%)	11.180000	19.991988	28.683000	0.038625	1.562001	2.1
4443.237	172.23.68.3	11804	172.23.70.217	11820	0x17e4a2b	7311.472336	18.97	g711u	950	0.0 (0%)	16.162000	19.991722	23.180000	0.120375	1.295201	1.1
4444.237	172.23.68.3	11120	172.23.70.213	11960	0x73a4a6f	7398.044702	13.34	g711u	768	0.0 (0%)	16.580000	19.997446	28.656000	0.074562	1.555719	2.1
4445.237	172.23.68.3	10788	172.23.70.217	11818	0x6a1194a	7285.042332	15.34	g711u	769	0.0 (0%)	2.890000	19.971038	25.407000	0.831366	1.182061	1.1
4446.237	172.23.68.3	10900	172.23.70.213	11956	0x49493e3	3625.209732	21.13	g711u	1161	0.0 (0%)	0.000000	19.947371	30.392000	0.781017	1.207406	1.1
4447.237	172.23.68.3	10540	172.23.70.217	11816	0x4a2a9b0	3625.201962	21.19	g711u	1162	0.0 (0%)	0.000000	19.971123	27.377000	0.838869	1.234866	1.1
4451.237	172.23.68.3	11652	172.23.70.217	11814	0x12a4a1f	3584.608902	34.62	g711u	1735	0.0 (0%)	0.000000	19.966115	24.958000	1.218056	1.506405	3.1
4452.237	172.23.68.3	10354	172.23.70.214	12420	0x3059f6a	3584.609096	14.83	g711u	1733	0.0 (0%)	0.230000	19.939666	24.423000	0.307075	1.140868	6.1
4453.237	172.23.68.3	10460	172.23.70.214	12416	0x239f4c0	342.194514	42.13	g711u	2111	0.0 (0%)	0.000000	19.966725	32.238000	0.938675	2.052334	3.1
4454.237	172.23.68.3	11010	172.23.70.217	11912	0x3ba146c	342.141777	42.20	g711u	2112	0.0 (0%)	0.158000	19.969607	25.140000	0.877571	1.214465	2.1
4455.237	172.23.68.3	11136	172.23.70.214	12414	0x7431c5a	242.944955	21.84	g711u	636	0.0 (0%)	0.338000	19.961504	28.517000	0.853380	1.945794	3.1
4456.237	172.23.68.3	11800	172.23.70.217	11908	0x2338a25	242.905914	12.67	g711u	635	0.0 (0%)	0.110000	19.983151	24.024000	0.673961	1.272538	1.1
4457.237	172.23.68.3	11746	172.23.70.211	12082	0x454750a	227.157119	18.89	g711u	948	0.0 (0%)	0.000000	19.944184	28.448000	0.919794	1.246475	2.1
4458.237	172.23.68.3	10734	172.23.70.213	11952	0x4a21a7a	227.123097	18.88	g711u	946	0.0 (0%)	0.500000	19.984150	25.667000	0.831590	1.284440	1.1
4459.237	172.23.70.211	12062	172.23.68.3	11746	0x7c02d27	227.123097	18.88	g711u	946	0.0 (0%)	0.500000	19.983810	22.630000	0.831590	1.282977	1.1
4460.237	172.23.70.213	11960	172.23.68.3	11952	0x7a07a4a	7285.041627	15.38	g711u	771	0.0 (0%)	0.375000	19.971900	24.420000	0.885522	1.132368	1.1
4461.237	172.23.70.213	11956	172.23.68.3	10990	0x7f7f483	3625.200445	23.21	g711u	1163	0.0 (0%)	0.000000	19.974354	26.782000	0.939004	1.519054	3.1
4462.237	172.23.70.213	11952	172.23.68.3	10734	0x62225a4	227.137055	14.83	g711u	950	0.0 (0%)	0.000000	19.943276	23.591000	0.948900	1.220997	2.1
4463.237	172.23.70.214	12424	172.23.68.3	10782	0x3b3bdcf	7311.470884	18.97	g711u	950	0.0 (0%)	16.162000	19.953241	23.370000	0.895375	1.275899	1.1
4464.237	172.23.70.214	12420	172.23.68.3	10334	0x51b1397	3584.608902	34.64	g711u	1736	0.0 (0%)	0.000000	19.966621	24.447000	1.197337	1.545842	1.1
4465.237	172.23.70.214	12416	172.23.68.3	10460	0x691b40f	342.141777	42.20	g711u	2112	0.0 (0%)	0.158000	19.987926	25.148000	0.887054	1.203365	2.1
4466.237	172.23.70.214	12414	172.23.68.3	11136	0x5d47a4e	242.905186	12.73	g711u	638	0.0 (0%)	0.420000	19.982386	24.059000	0.660875	1.266385	1.1

Gambar III. 4 Hasil pengukuran QoS Perangkat 3CX Pagi

No.	Time	Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	SSRC	Start Time	Duration	Payload	Packets	Lost	Min Delta (ms)	Mean Delta (ms)	Max Delta (ms)	Min Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)
74515.214	172.23.68.3	4074	172.23.70.96	51320	0x6b3e354	2222.022698	0.00	RTPType-120	1	0.0 (0%)	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	
74517.214	172.23.68.3	11326	172.23.70.213	11486	0x7f7f483	3159.280158	40.81	g711u	2044	0.0 (0%)	0.000000	19.974564	30.560000	0.799051	1.89162	
74519.214	172.23.68.3	11486	172.23.70.217	12458	0x7f7f483	3159.280158	40.81	g711u	2044	0.0 (0%)	0.163000	19.974721	24.928000	0.806117	1.11311	
81474.48.4	172.23.68.3	10904	172.23.70.217	12456	0x7f7f483	3159.280158	21.37	g711u	1073	0.0 (0%)	0.000000	19.982743	35.692000	0.806117	1.89162	
81479.25.48	172.23.68.3	10010	172.23.70.214	11954	0x7c02d27	227.123098	21.37	g711u	1071	0.0 (0%)	0.380000	19.974748	33.562000	1.045661	2.02976	
130679.48.4	172.23.68.3	11972	172.23.70.211	12454	0x307a69c	3936.232949	13.01	g711u	654	0.0 (0%)	0.080000	19.922648	24.532000	0.869710	1.27346	
130679.48.4	172.23.68.3	11822	172.23.70.210	12338	0x7f7f483	3936.232949	13.01	g711u	655	0.0 (0%)	0.000000	19.981180	25.160000	0.919663	1.18105	
130679.48.4	172.23.70.210	12338	172.23.68.3	11822	0x1298500	3936.231962	13.03	g711u	655	0.0 (0%)	0.170000	19.922669	24.532000	0.891919	1.28337	
130679.48.4	172.23.70.211	12434	172.23.68.3	11972	0x40d0061	3936.163159	13.12	g711u	657	0.0 (0%)	0.000000	12.571000	19.993930	25.620000	0.947562	1.18105
130679.48.4	172.23.70.213	11486	172.23.68.3	11326	0x7f7f483	3159.280158	40.81	g711u	2044	0.0 (0%)	0.000000	19.974969	24.928000	0.811829	1.09594	
130679.48.4	172.23.70.214	11954	172.23.68.3	10210	0x6b3e354	3128.710322	21.39	g711u	1074	0.0 (0%)	0.185000	19.934405	34.870000	0.959773	1.28242	
130679.48.4	172.23.70.217	12456	172.23.68.3	11486	0x7f7f483	3159.280158	40.91	g711u	2049	0.0 (0%)	0.000000	19.974776	35.692000	0.791938	1.89162	
130679.48.4	172.23.70.217	12456	172.23.68.3	10904	0x4a2c57f	3158.659509	21.39	g711u	1072	0.0 (0%)	0.420000	19.975268	35.692000	1.066833	2.03622	
130679.48.4	172.23.70.237	554	172.23.70.238	55657	0x3666788	46.541537	3965.29	RTPType-112	69	24514 (99.7%)	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	
130679.48.4	172.23.70.237	554	172.23.70.238	55657	0x3666788	46.541537	3965.29	RTPType-96	799	488668 (99.8%)	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	

Gambar III. 5 Hasil pengukuran QoS Perangkat 3CX Siang

Wireshark · RTP (RTCP) Streams · RTP (RTCP) 2012-01-24 main.m pcapng																
No.	Time	Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	SSRC	Start Time	Duration	Payload	Packets	Lost	Min Delta (ms)	Mean Delta (ms)	Max Delta (ms)	Min Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)
18906.48.5	172.23.125.162	3478	172.23.70.116	52559	0x6f15a6e	2443.392415	0.00	RTPType-120	1	0.0 (0%)	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000
2549.133.1	172.23.144.161.48	3478	172.23.70.180	62381	0x435ad77	722.888571	77.16	RTPType-120	880	49 (5.3%)	0.000000	87.342400	481.001000	1.000000	0.000000	0.000000
2609.133.1	172.23.144.161.48	3478	172.23.70.180	62381	0x7a4c47a	722.812911	77.15	RTPType-120	358	57 (15.7%)	0.000000	209.854885	2319.971000	1.000000	0.000000	0.000000
2610.133.1	172.23.296.36.22	5234	172.23.70.180	62381	0x2b1b1b1	4414.801423	20.18	RTPType-120	8	101 (105.9%)	0.000000	291.139449	12119.740000	1.000000	0.000000	0.000000
3233.140.1	172.240.7.51	3478	172.23.70.180	58393	0x6a1b344	5702.481692	97.93	RTPType-120	760	5 (0.6%)	0.000000	124.741818	857.749000	1.000000	0.000000	0.000000
3234.140.1	172.240.7.51	3478	172.23.70.180	58393	0x1b40e4d	5702.454003	98.39	RTPType-120	667	3 (0.4%)	0.000000	146.239440	865.484000	1.000000	0.000000	0.000000
3214.48.5	172.23.68.3	10142	172.23.70.213	12520	0x2c74330	1059.440538	22.90	g711u	1146	0.0 (0%)	12.230000	19.999109	26.680000	0.945100	1.59102	
3654.137.1	172.23.68.3	10556	172.23.70.217	12480	0x15d05c7	1059.429497	22.91	g711u	1147	0.0 (0%)	0.000000	19.994170	26.326000	0.945100	1.59102	
4865.137.1	172.23.68.3	11230	172.23.70.214	11982	0x7e0f0b7	1028.818728	20.85	g711u	1047	0.0 (0%)	0.000000	19.931484	30.884000	0.945775	1.60241	
4866.137.1	172.23.68.3	10340	172.23.70.217	12482	0x7f7f720	1028.752119	20.93	g711u	1048	0.0 (0%)	0.670000	19.969104	31.407000	0.945269	1.52881	
4867.137.1	172.23.70.213	12520	172.23.68.3	10142	0x25b0b6e	1059.428588	22.91	g711u	1147	0.0 (0%)	0.000000	19.994627	26.223000	0.945875	1.28989	
4898.137.1	172.23.70.214	11982	172.23.68.3	11230	0x4e4e4b8	1028.713155	20.97	g711u	1050	0.0 (0%)	0.794000	19.959487	31.450000	0.847838	1.52574	
4918.137.1	172.23.70.217	12480	172.23.68.3	10556	0x7f7f483	1059.429497	22.91	g711u	1191	0.0 (0%)	0.230000	19.998038	26.647000	0.921023	1.29544	
4942.181.1	172.23.70.217	12482	172.23.68.3	10556	0x00b87712	1028.871712	20.87	g711u	1048	0.0 (0%)	12.340000	19.931123	30.500000	0.938805	1.59102	
4943.181.1	172.23.70.217	544	172.23.70.228	55657	0x5647788	111.462901	771.69	RTPType-12	201	44.526 (29.9%)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
4975.240.1	172.23.70.227	554	172.23.70.228	55657	0x25b0b6e	43.73878	7237.78	RTPType=16	1924	78797 (99.8%)	0.000000	5602.049314	147897.980000	1.000000	0.000000	
4976.240.1	172.23.70.227	554	172.23.70.228	55657	0x25b0b6e	43.73878	7237.78	RTPType=16	1924	78797 (99.8%)	0.000000	5602.049314	147897.980000	1.000000	0.000000	
4977.240.1	172.23.70.227	554	172.23.70.228	55657	0x25b0b6e	43.73878	7237.78	RTPType=16	1924	78797 (99.8%)	0.000000	5602.049314	147897.980000	1.000000	0.000000	
4978.240.1	172.23.70.227	554	172.23.70.228	55657	0x25b0b6e	43.73878	7237.78	RTPType=16	1924	78797 (99.8%)	0.000000	5602.049314	147897.980000	1.000000	0.000000	
4979.240.1	172.23.70.227	554	172.23.70.228	55657	0x25b0b6e	43.73878	7237.78	RTPType=16	1924	78797 (99.8%)	0.000000	5602.049314	147897.980000	1.000000	0.000000	



Gambar IV. 1 Tampilan Aplikasi Wireshark Yang Siap Digunakan

2. Prosedur Pengambilan Data

Pengukuran dilakukan pada tiga waktu yang berbeda sepanjang hari untuk mendapatkan hasil yang representatif: pagi (09:00 - 11:00), siang (13:00 - 15:00), dan malam (19:00 - 21:00). Dalam setiap sesi pengukuran, Yeastar S50 dan 3CX diuji secara bergantian pada waktu yang sama untuk memastikan kondisi yang setara antara kedua sistem. Wireshark digunakan untuk menangkap paket data yang dikirimkan selama 120 menit pada masing-masing sesi waktu untuk menganalisis kualitas layanan (QoS) dan performa komunikasi.

Untuk melaksanakan pengukuran ini, komputer dihubungkan ke jaringan VoIP menggunakan kabel LAN, seperti yang terlihat pada Gambar IV.2, untuk memastikan perangkat dapat menangkap paket data yang relevan dengan akurat selama pengujian.

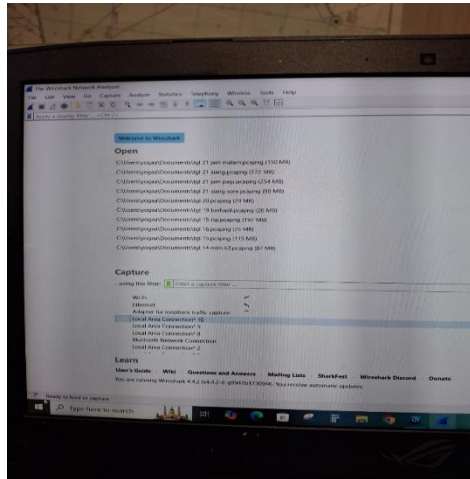


Gambar IV. 2 Menghubungkan Komputer menggunakan Kabel LAN ke Jaringan VoIP

3. Menyiapkan Wireshark untuk Pengukuran

Langkah awal dalam menyiapkan Wireshark untuk pengukuran adalah dengan menjalankan aplikasi Wireshark pada komputer yang terhubung ke jaringan yang sama dengan Yeastar S50 dan 3CX. Selanjutnya, pilih antarmuka jaringan yang digunakan untuk komunikasi VoIP, seperti Ethernet atau Wi-Fi, sesuai dengan jenis koneksi yang dipakai. Pastikan Wireshark dapat mendeteksi antarmuka yang benar untuk menangkap paket data yang diperlukan.

Untuk memilih antarmuka jaringan yang tepat, klik menu Capture dan pilih Interfaces, sebagaimana terlihat pada Gambar IV.3. Setelah antarmuka dipilih, Wireshark siap untuk mulai menangkap paket data selama pengukuran.



Gambar IV. 3 Antarmuka jaringan

4. Menangkap Paket RTP

Untuk menangkap paket RTP yang digunakan dalam komunikasi suara VoIP, langkah pertama adalah menambahkan filter khusus di Wireshark. Filter ini memungkinkan hanya paket RTP yang relevan untuk ditampilkan, sehingga memudahkan analisis data suara. Untuk menambahkan filter RTP, masukkan kata kunci RTP di bar pencarian Wireshark. Filter ini akan menampilkan semua paket yang menggunakan protokol RTP, yang umumnya digunakan dalam komunikasi suara pada sistem VoIP. Tampilan hasil paket data RTP yang berhasil ditangkap dapat dilihat pada Gambar IV.4.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4641	227.123097	172.23.70.211	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4642	227.123097	172.23.68.3	172.23.70.213	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4643	227.129600	172.23.70.211	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4644	227.129600	172.23.68.3	172.23.70.213	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4646	227.137085	172.23.70.213	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4647	227.137085	172.23.70.213	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4648	227.137085	172.23.70.213	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4649	227.137119	172.23.68.3	172.23.70.211	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4650	227.137119	172.23.68.3	172.23.70.211	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4651	227.138667	172.23.68.3	172.23.70.211	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4652	227.150252	172.23.70.211	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4653	227.150252	172.23.70.213	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4654	227.150252	172.23.68.3	172.23.70.213	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4655	227.150755	172.23.68.3	172.23.70.211	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4656	227.167492	172.23.70.213	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4657	227.167492	172.23.70.211	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4658	227.167573	172.23.68.3	172.23.70.211	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4659	227.168504	172.23.68.3	172.23.70.213	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU
4660	227.168604	172.23.70.211	172.23.68.3	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU

Gambar IV. 4 RTP Packet Data

Setelah filter RTP diterapkan, langkah berikutnya adalah memulai penangkapan paket. Klik tombol Start (ikon hijau) pada Wireshark untuk memulai proses Capture. Wireshark akan mulai menangkap semua paket yang melewati jaringan, termasuk paket RTP yang digunakan dalam komunikasi VoIP. Pastikan pengukuran dilakukan selama 120 menit (2 jam) pada setiap sesi waktu yang telah ditentukan, yaitu pagi, siang, dan malam, guna memperoleh data yang akurat dan representatif.

5. Menyimpan Data untuk Pengolahan

Setelah proses penangkapan paket selesai, langkah selanjutnya adalah menyimpan file hasil Capture untuk analisis lebih lanjut. Pilih menu File dan klik Save As untuk menyimpan file Capture dalam format .pcap (Wireshark Capture file). Format ini memungkinkan data yang tertangkap untuk diproses lebih lanjut. Hasil Capture yang telah disimpan dapat dilihat pada Gambar IV.5.

	3CX RTP Packet Data Malam.pcapng	12/20/2024 20:48	Wireshark capture ...	65,620 KB
	3CX RTP Packet Data Pagi.pcapng	12/25/2024 10:16	Wireshark capture ...	28,928 KB
	3CX RTP Packet Data Siang.pcapng	12/20/2024 15:44	Wireshark capture ...	4,341,544 ...
	Yeastar S50 RTP Packet Data Malam.pcapng	11/21/2024 20:29	Wireshark capture ...	153,714 KB
	Yeastar S50 RTP Packet Data Pagi.pcapng	11/21/2024 09:00	Wireshark capture ...	260,843 KB
	Yeastar S50 RTP Packet Data Siang.pcapng	11/21/2024 14:36	Wireshark capture ...	176,560 KB

Gambar IV. 5 Hasil Capture Wireshark pada pengukuran Yeastar S50 dan 3CX

Setelah file .pcap berhasil disimpan, data tersebut dapat diproses lebih lanjut menggunakan Google Colab untuk menghitung berbagai parameter penting, seperti Latency, Jitter, Packet Loss, dan MOS. Agar analisis lebih lanjut dapat dilakukan dengan lebih mudah, file .pcap ini perlu dikonversi ke dalam format CSV atau Excel. Format tersebut memudahkan manipulasi data dan perhitungan yang diperlukan untuk penelitian ini. Gambar IV.6 menunjukkan file RTP yang sudah dikonversi ke format CSV.

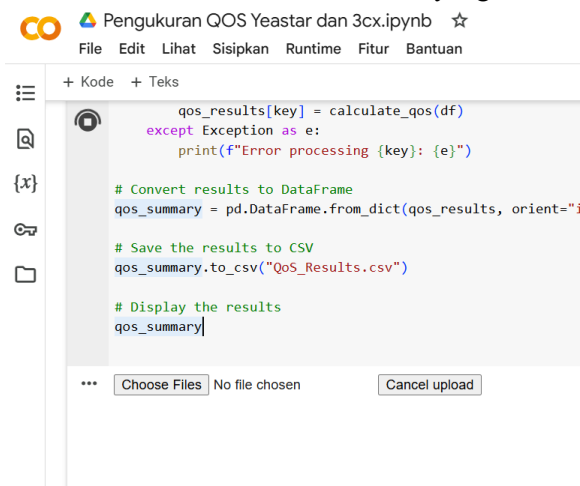
	3CX RTP Packet Data Malam.csv	12/21/2024 10:57	Microsoft Excel Co...	684 KB
	3CX RTP Packet Data Pagi.csv	1/12/2025 09:55	Microsoft Excel Co...	2,572 KB
	3CX RTP Packet Data Siang.csv	12/20/2024 16:21	Microsoft Excel Co...	1,199 KB
	Yeastar S50 RTP Packet Data Malam.csv	12/15/2024 11:29	Microsoft Excel Co...	1,349 KB
	Yeastar S50 RTP Packet Data Pagi.csv	12/15/2024 11:16	Microsoft Excel Co...	3,216 KB
	Yeastar S50 RTP Packet Data Siang.csv	12/15/2024 11:27	Microsoft Excel Co...	4,448 KB

Gambar IV. 6 File RTP yang sudah dikonversi ke format CSV

6. Pengolahan Data

Setelah data tangkapan yang disimpan dalam format .pcap atau CSV dihasilkan, langkah selanjutnya adalah mengimpor data tersebut ke Google Colab untuk pengolahan lebih lanjut. Google Colab digunakan untuk menghitung parameter QoS seperti Latency, Jitter, Packet Loss, dan MOS, dengan menggunakan skrip Python yang sudah disiapkan. Proses ini memungkinkan pemrosesan data secara efisien dan analisis yang mendalam terhadap kualitas komunikasi suara yang terukur selama pengujian.

Pada Gambar IV. 7 di Google Colab, gunakan kode untuk menghitung Latency, Jitter, Packet Loss, dan MOS berdasarkan data yang telah dikumpulkan.



```

qos_results[key] = calculate_qos(df)
except Exception as e:
    print(f"Error processing {key}: {e}")

# Convert results to DataFrame
qos_summary = pd.DataFrame.from_dict(qos_results, orient="i

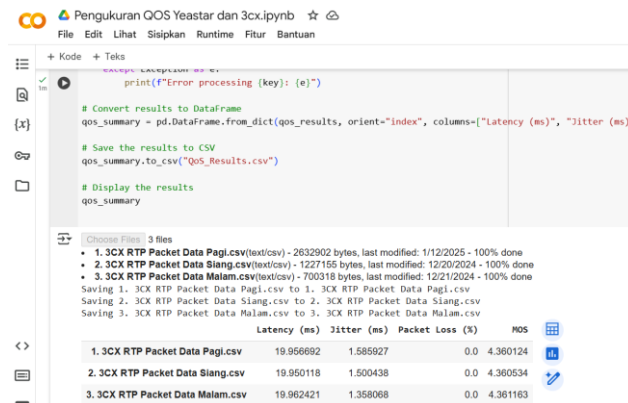
# Save the results to CSV
qos_summary.to_csv("QoS_Results.csv")

# Display the results
qos_summary
  
```

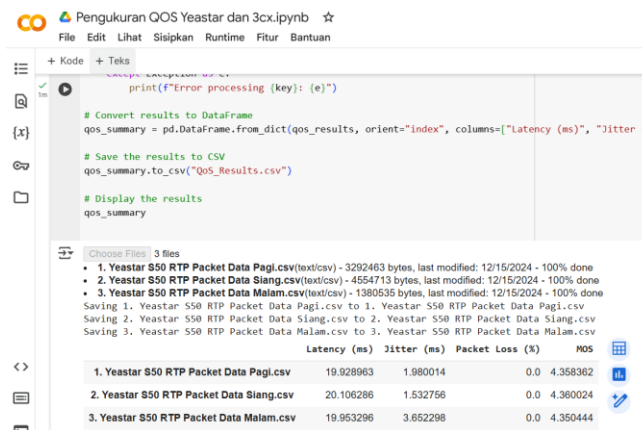
Gambar IV. 7 Tampilan Web Google Colab

Pada Gambar IV.8 dan Gambar IV.9, ditampilkan hasil pengukuran QoS menggunakan Google Colab untuk sistem 3CX dan Yeastar S50. Gambar IV.8 menunjukkan proses pengolahan data RTP Packet yang diambil pada sesi pagi, siang, dan malam untuk 3CX, dengan hasil penghitungan parameter QoS seperti Latency, Jitter, Packet Loss, dan MOS. Hasil ini kemudian disimpan dalam format CSV untuk analisis lebih lanjut. Begitu juga pada Gambar IV.9, yang menunjukkan hasil pengukuran QoS untuk Yeastar S50 dengan parameter yang serupa,

memberikan perbandingan performa sistem Yeastar S50 dan 3CX berdasarkan hasil yang diproses menggunakan Google Colab.



Gambar IV. 8 Hasil Pengukuran QoS 3CX menggunakan Google Colab



Gambar IV. 9 Hasil Pengukuran QoS Yeastar S50 menggunakan Google Colab

B. Hasil Pengukuran QoS

Berdasarkan hasil pengukuran QoS pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa kedua sistem, Yeastar S50 dan 3CX, menunjukkan hasil yang sangat baik pada tiga waktu yang berbeda, yaitu pagi, siang, dan malam. Pada sistem Yeastar S50, nilai Latency berada pada kisaran 19.92 ms hingga 19.95 ms, dengan Jitter yang bervariasi antara 1.53 ms dan 3.65 ms, serta 0% Packet Loss pada setiap waktu pengukuran. Nilai MOS untuk Yeastar S50 juga menunjukkan kualitas suara yang baik, dengan angka yang sedikit menurun pada malam hari.

Sementara itu, pada sistem 3CX, Latency berada sedikit lebih tinggi dari Yeastar S50, yaitu berkisar antara 19.96 ms hingga 19.96 ms, dengan Jitter yang sedikit lebih rendah di kisaran 1.36 ms hingga 1.59 ms. Seperti halnya Yeastar S50, 3CX juga mencatatkan 0% Packet Loss pada setiap waktu pengukuran, dan nilai MOS untuk 3CX sedikit lebih tinggi dibandingkan Yeastar S50, menunjukkan kualitas suara yang lebih stabil, terutama pada siang dan malam hari. Secara keseluruhan, kedua sistem memberikan kualitas layanan yang sangat baik untuk komunikasi suara berbasis IP, dengan sedikit perbedaan dalam kinerja di setiap waktu pengukuran. Berikut adalah hasil pengukuran parameter QoS untuk kedua sistem, Yeastar S50 dan 3CX, yang dilakukan pada tiga waktu yang berbeda:

Tabel IV. 1 Hasil Pengukuran QoS pada Yeastar S50

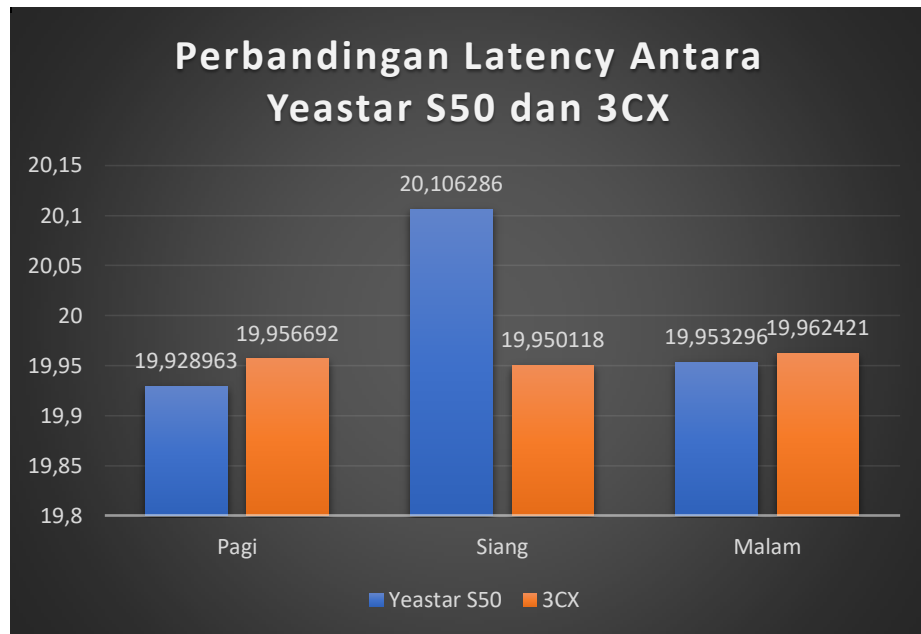
Waktu	Latency (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)	MOS
Pagi	19.928963	1.980014	0.00	4.358362
Siang	20.106286	1.532756	0.00	4.360024
Malam	19.953296	3.652298	0.00	4.350444

Tabel IV. 2 Hasil Pengukuran QoS pada 3CX

Waktu	Latency (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)	MOS
Pagi	19.956692	1.585927	0.00	4.360124
Siang	19.950118	1.500438	0.00	4.360534
Malam	19.962421	1.358068	0.00	4.361163

C. Pembahasan Hasil Pengukuran

1. Latency (Delay)



Grafik IV. 1 Perbandingan Latency (ms)

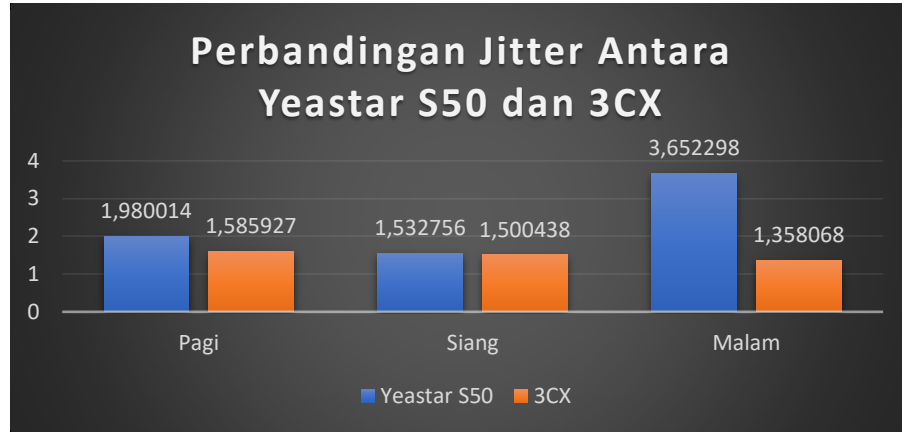
Berikut standar untuk mengevaluasi Delay. seperti Tabel IV. 3 [12].

Tabel IV. 3 Standar Delay

Kategori Delay	Besar Delay
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Jelek	300 ms s/d 450 ms
Sangat Jelek	>450 ms

Latency mengukur waktu yang diperlukan oleh paket untuk berpindah dari pengirim ke penerima. Semakin rendah nilai Latency, semakin baik kualitas komunikasi, karena pengirim dan penerima dapat berinteraksi dengan lebih cepat. Berdasarkan hasil pengukuran, 3CX menunjukkan Latency yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Yeastar S50, dengan perbedaan yang sangat kecil (rata-rata 3CX: 19.96 ms, rata-rata Yeastar S50: 19.95 ms). Kedua sistem menunjukkan Latency yang rendah, yang menandakan respons yang cepat, hal ini sangat penting untuk menjaga kualitas komunikasi suara secara real-time.

2. Jitter



Grafik IV. 2 Perbandingan Jitter (ms)

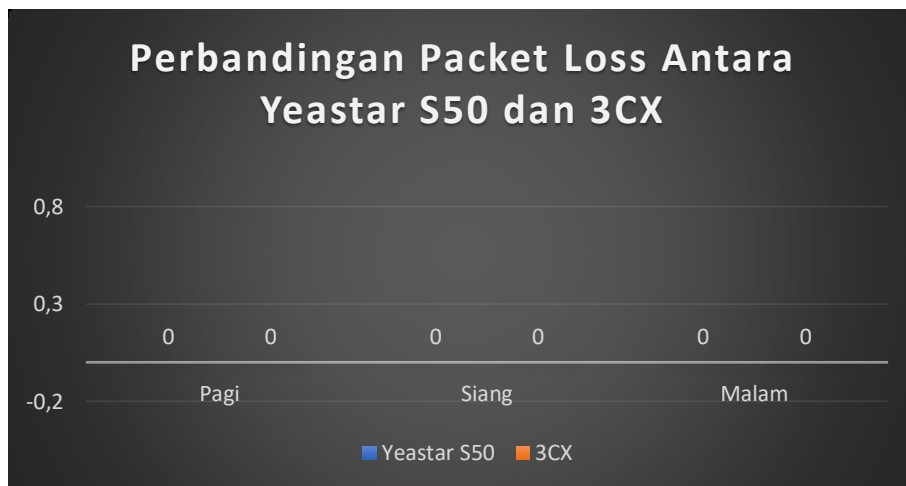
Berikut standar untuk mengevaluasi Jitter. seperti Tabel IV. 4 [1].

Tabel IV. 4 Standar Jitter

Kategori Jitter	Besar Jitter
Baik	0-20 ms
Cukup	20 ms – 50 ms
Buruk	>50 ms

Jitter mengukur variasi dalam waktu Delay antar paket yang diterima. Semakin rendah nilai Jitter, semakin stabil transmisi suara yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengukuran, 3CX menunjukkan Jitter yang lebih rendah dibandingkan dengan Yeastar S50, terutama pada malam hari. Rata-rata Jitter untuk 3CX adalah 1.36 ms pada malam hari, sementara Yeastar S50 mencatatkan 3.65 ms pada malam hari, yang sedikit lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa 3CX lebih stabil dalam kondisi jaringan yang lebih padat atau lebih bervariasi.

3. Packet Loss



Grafik IV. 3 Perbandingan Packet Loss (%)

Berikut standar untuk Packet Loss. seperti Tabel IV. 5 [12].

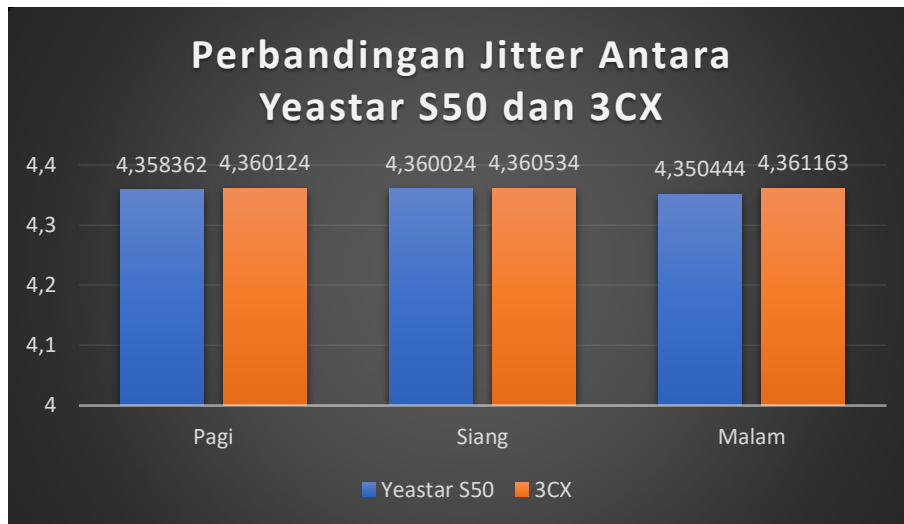
Tabel IV. 5 Standar Packet Loss

Kategori Packet Loss	Packet Loss
Baik	0 – 1%
Cukup	1% - 5%

Kurang	5% - 10%
Buruk	>10%

Packet Loss mengukur persentase paket yang hilang selama transmisi. Semakin tinggi nilai Packet Loss, semakin buruk kualitas suara yang dihasilkan karena kehilangan data. Berdasarkan hasil pengukuran, kedua sistem 3CX dan Yeastar S50 menunjukkan 0% Packet Loss di semua sesi pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas transmisi data sangat baik tanpa adanya kehilangan paket, yang sangat penting untuk menjaga kualitas komunikasi suara yang jelas dan tanpa gangguan.

4. MOS (Mean Opinion Score)



Grafik IV. 4 Perbandingan MOS

Berikut standar untuk MOS. seperti Tabel IV. 6 [16].

Tabel IV. 6 Standar MOS E-Model

Kategori MOS	Nilai MOS [14]
Buruk	1
Kurang baik	2
Cukup Baik	3
Baik	4
Sangat baik	5

MOS adalah skor subjektif yang digunakan untuk menilai kualitas suara berdasarkan parameter QoS lainnya. Skor MOS memiliki rentang antara 1 (sangat buruk) hingga 5 (sangat baik), dengan skor yang lebih tinggi menunjukkan kualitas suara yang lebih baik. Berdasarkan hasil yang diperoleh, 3CX sedikit lebih unggul dalam hal MOS pada malam hari, dengan nilai 4.361163. Namun, selisihnya dengan Yeastar S50 tidak terlalu besar, di mana nilai MOS untuk Yeastar S50 pada malam hari adalah 4.350444. Meskipun perbedaan ini kecil, 3CX sedikit lebih baik dalam memberikan kualitas suara yang superior.

D. Perbandingan Antara Yeastar S50 dan 3CX

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis QoS, dapat disimpulkan Yeastar S50 dan 3CX keduanya menunjukkan kualitas QoS yang sangat baik dengan Latency, Jitter, dan Packet Loss yang rendah, serta nilai MOS yang tinggi. Namun, 3CX sedikit lebih unggul dalam hal Jitter dan MOS, terutama pada malam hari, yang menunjukkan sistem ini lebih stabil dan memberikan kualitas suara yang sedikit lebih baik dalam kondisi jaringan yang lebih padat. Di sisi lain, Yeastar S50 juga memberikan kinerja yang sangat baik, meskipun Jitter sedikit lebih tinggi, yang dapat mempengaruhi stabilitas komunikasi suara dalam beberapa kondisi jaringan. Secara keseluruhan, kedua sistem dapat diandalkan untuk

penggunaan komunikasi suara Real-time dengan kualitas yang sangat baik, namun 3CX mungkin sedikit lebih optimal untuk kondisi jaringan yang lebih bervariasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk menjawab rumusan masalah mengenai perbandingan QoS antara Yeastar S50 dan 3CX, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbandingan Latency, Jitter, Packet Loss, dan MOS menunjukkan bahwa kedua sistem, Yeastar S50 dan 3CX, memiliki kinerja sangat baik. Yeastar S50 sedikit lebih rendah dalam Latency, sementara 3CX menunjukkan Jitter lebih stabil, terutama malam hari. Keduanya memiliki Packet Loss 0%, dan MOS 3CX sedikit lebih tinggi.
2. 3CX dan Yeastar S50 memenuhi standar QoS ITU-T untuk komunikasi suara real-time, dengan Latency di bawah 150 ms, Jitter kurang dari 30 ms, dan Packet Loss di bawah 1%, menunjukkan kualitas komunikasi yang sangat baik.
3. 3CX unggul dalam kestabilan Jitter dan kualitas suara (MOS), terutama malam hari, namun Yeastar S50 juga memberikan kinerja sangat baik. 3CX lebih optimal untuk kondisi jaringan padat atau bervariasi.

SARAN

1. 3CX lebih disarankan untuk AirNav Pekanbaru karena kestabilan Jitter dan MOS yang lebih baik, terutama di jaringan padat. Yeastar S50 membutuhkan pemeliharaan lebih intensif.
2. Pemeliharaan jaringan dan pemantauan QoS rutin penting untuk menjaga kualitas komunikasi, khususnya Jitter dan kestabilan bandwidth.
3. Pengguna dan administrator perlu dilatih untuk mengoptimalkan sistem. Penelitian lebih lanjut dapat menguji sistem IP-PBX lain dan pengaruh faktor eksternal terhadap kualitas komunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- S. A. Tanoyo, E. Y. D. Utami, and E. Y. D. Utami, "Unjuk Kerja QoS (Quality of Services) Jaringan Voice over Internet Protocol Berbasis SIP yang Diimplementasikan pada Jaringan Ethernet Gedung FEB-UKSW," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 15, no. 01, pp. 17–26, 2016, doi: 10.31358/techné.v15i01.137.
- A. Pribadi, "VoIP (Voice over Internet Protocol) Based on Asterisk Using Trixbox at SMKN 1 Bangkinang," *Int. J. Softw. Eng. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 65–70, 2023, doi: 10.35870/ijsecs.v3i2.1275.
- B. O. Siregar, "Perancangan Jaringan Wireless Voip Berbasis Adaptive Neuro – Fuzzy Interference System," *J. Surya Energy*, vol. 7, no. 1, p. 25, 2022, doi: 10.32502/jse.v7i1.5262.
- F. Faridah, "Desain Voip Server Menggunakan 3Cphone System Dan Softphone Pada Kantor Pdam Kabupaten Kepulauan Selayar," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 12, no. 01, pp. 1702–1705, 2017, doi: 10.47398/iltek.v12i01.398.
- A. Arini, "EVALUASI KINERJA JARINGAN DMVPN MENGGUNAKAN ROUTING PROTOCOL RIPv2, OSPF, EIGRP DENGAN BGP," *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 2, no. 3, p. 143, 2018, doi: 10.14421/jiska.2018.23-03.
- T. Eckert and S. Bryant, *Quality of Service (QoS)*. 2021. doi: 10.1007/978-3-030-81961-3_11.
- R. S. Arif, Y. Fitriasia, and A. U. A. Wibowo, "Implementasi Voip Server Berbasis IPV6 Dengan Raspberry PI," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 9, no. 01, pp. 47–54, 2019, doi: 10.33504/manutech.v9i01.32.
- R. E. Putro and I. R. Widiyari, "Analisis Keamanan Komunikasi VoIP Server Portable Dilengkapi OpenVPN Menggunakan Linux Asterisk," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 2, p. 943, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i2.3884.
- I. Setiawan, A. W. W. Nugraha, and A. S. P. Atmaja, "Unjuk Kerja IP PBX Asterisk dan FreeSWITCH pada Topologi Bertingkat di Jaringan Kampus," *J. Infotel*, vol. 9, no. 3, pp. 231–240, 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i3.217.
- I. Melyana and T. Indriyani, "Analisa Quality of Service Dan Implementasi Voice Over Internet

- Protocol Dengan Menggunakan IPSEC VPN,” *INTEGER J. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 53–66, 2017, doi: 10.31284/j.integer.2016.v1i2.65.
- R. Munadi, A. Mulyana, and I. H. Santoso, “Experiment evaluation and analysis of Delay handover in VoIP on campus network,” *Int. J. Simul. Syst. Sci. Technol.*, vol. 15, no. 4, pp. 55–60, 2014, doi: 10.5013/IJSSST.a.15.04.07.
- E. B. Setiawan, “ANALISA QUALITY OF SERVICES (QoS) VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP) DENGAN PROTOKOL H.323 DAN SESSION INITIAL PROTOCOL (SIP),” *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, 2012, doi: 10.34010/komputa.v1i2.55.
- R. S. Randi Sukri, “Analisis Qos Pada Jaringan Telepon Voip Dengan Menggunakan Perbandingan Metode Differentiated Service Dan Metode Integrated Service Di Hotel Safirna,” *J. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 16–20, 2022, doi: 10.52046/j-tifa.v5i2.1422.
- R. FITRIYANTI, L. LINDAWATI, and A. ARYANTI, “Analisis Perbandingan Mean Opinion Score Aplikasi VoIP Facebook Messenger dan Google Hangouts menggunakan Metode E-Model pada Jaringan LTE,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 3, p. 379, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.379.
- E. Darmawan, S. Budiyo, and L. M. Silalahi, “QoS Analysis on VoIP with VPN using SSL and L2TP IPSec Method,” *Proceeding - IEEE Int. Conf. Commun. Networks Satell. COMNETSAT 2022*, no. November 2022, pp. 130–136, 2022, doi: 10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994572.
- A. Chhabra and G. Singh, “Performance Evaluation and Delay Modelling of VoIP Traffic over 802.11 Wireless Mesh Network,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 21, no. 9, pp. 7–13, 2011, doi: 10.5120/2542-3481.
- [17] M. Exsan and U. Fadlilah, “Pembangunan Infrastruktur Voice Over Internet Protocol di Organisasi Perangkat Daerah Boyolali menggunakan Server Elastix,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 17, no. 2, pp. 80–88, 2017, doi: 10.23917/emitor.v17i2.6233.
- R. Rizky and Z. Hakim, “Analysis and Design of Voip Server (Voice Internet Protocol) using Asterisk in Statistics and Statistical Informatics Communication of Banten Province using Ppdioo Method,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1179, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1179/1/012160.
- B. Berlian, “Membangun Server VOIP berbasis Asterisk,” *J. Media Infotama*, vol. 16, no. 1, pp. 24–31, 2020, doi: 10.37676/jmi.v16i1.1117.
- D. W. Naaman, B. H. Rasheed, B. T. Ahmed, A. Y. Salih, and S. H. Mustafa, “Design a Real-time Communication System using 3CX Software-based Private Branch Exchange Phone System on Raspberry Pi Device,” *Asian J. Res. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 4, pp. 34–45, 2022, doi: 10.9734/ajrcos/2022/v13i430320.