



Analisa QoS Pada Jaringan Voice Over Internet Protocol Server Portable Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Metode Action Research Pada Daerah Tak Terjangkau Sinyal Dan Sumber Daya Listrik

M. Dimas Goworzky¹, Alex Wijaya², Ilman Zuhri Yadi³, Timur Dali Purwanto⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma

Abstrak: Teknologi telekomunikasi sudah menjadi kebutuhan penting bagi manusia untuk bersosialisasi. Contohnya telepon, namun telepon memerlukan alat pendukung agar beroperasi sesuai fungsinya seperti sumber daya listrik dan pemancar provider. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah Action Research dalam pembuatan VoIP Server berbasis Raspberry Pi tanpa koneksi internet menggunakan baterai aki mobil sebagai sumber energi dan menggunakan sistem operasi RasPBX sebagai pondasi utama dengan aplikasi Asterisk dan FreePBX. Selanjutnya uji coba performansi QoS saat melakukan panggilan yaitu dengan komunikasi antar client dan komunikasi terhadap jarak router access point menggunakan parameter Delay, Jitter, Throughput, Packet Loss dan parameter Mean Opinion Score untuk pengukuran kualitas suara. Hasil penelitian ini merupakan sebuah implementasi metode Action Research pada VoIP Server berbasis Raspberry Pi tanpa koneksi internet menggunakan baterai aki mobil sebagai sumber energi dan memperoleh nilai QoS komunikasi antar client yaitu dengan rata-rata Delay (6 ms), rata-rata Jitter (5.6 ms), rata-rata Packet Loss (0.73%), rata-rata Throughput (341 bps), rata-rata MOS (5 atau sempurna) sedangkan komunikasi terhadap jarak router access point memperoleh nilai QoS yaitu dengan rata-rata Delay (10 ms), rata-rata Jitter (9 ms), rata-rata Packet Loss (3.15%), rata-rata Throughput (168 bps), rata-rata MOS (4 atau baik).

Kata Kunci: Action Research, QoS, Raspberry Pi, VoIP

DOI: <https://doi.org/10.53697/jkomitek.v4i2.2115>

*Correspondence: M. Dimas Goworzky

Email: dimasgowo@gmail.com

Received: 10-10-2024

Accepted: 19-11-2024

Published: 20-12-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Telecommunication technology has become an important need for humans to socialize. For example telephones, but telephones require supporting tools to operate according to their functions such as power sources and provider transmitters. In this study, the method used is Action Research in making VoIP Server will be created without an internet connection based on Raspberry Pi using car battery as energy source and using the RasPBX operating system as the main foundation with the Asterisk application and FreePBX. Next test the QoS performance when making a call, namely by communication between clients and communication to the distance of the access point router using parameters Delay, Jitter, Throughput, Packet Loss and Mean Opinion Score parameter for sound quality measurement. The results of this study are an implementation of the Action Research method on a Raspberry Pi-based VoIP Server without an internet connection using a car battery as an energy source and obtaining QoS values for communication between clients, namely with an average Delay (6 ms), average Jitter (5.6 ms), average Packet Loss (0.73%), average Throughput (341 bps), average MOS (5 or excellent) while communication to the distance of the access point router obtains QoS values, namely with an average Delay (10 ms), average Jitter (9 ms), average Packet Loss (3.15%), average Throughput (168 bps), average MOS (4 or good).

Keywords: Action Research, QoS, Raspberry Pi, VoIP

Pendahuluan

Menurut (Subandi, 2017) sebuah akses teknologi telekomunikasi saat ini sudah menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi umat manusia untuk bisa bersosialisasi dengan keluarga maupun teman. Salah satu contohnya seperti berkomunikasi melalui telepon, namun telepon memerlukan beberapa alat pendukung agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, seperti sumber daya listrik, dan pemancar provider. Tidak semua masyarakat di Indonesia terutama di dusun dapat menggunakan telepon dikarenakan terdapat beberapa kendala antara lain seperti jauhnya pemancar provider dan pasokan listrik yang sangat terbatas salah satunya di Dusun V Lekis Desa Banuayu Kecamatan Lubuk Batang Kabupaten Ogan Komering Ulu (Badan Pusat Statistik Kabupaten Ogan Komering Ulu, 2023).

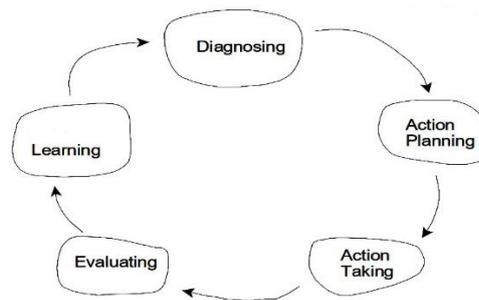
Berdasarkan hal ini, peneliti ingin melakukan penelitian yaitu membangun sebuah jaringan komunikasi alternatif yaitu jaringan komunikasi suara melalui jaringan IP yakni Voice Over Internet Protocol (VoIP) (Muntahanah dkk., 2020) tanpa koneksi internet berbasis Raspberry Pi sebuah SBC (Single Board Computer) menggunakan aki sebagai sumber energi sekaligus menguji coba performansi dari VoIP tersebut (Aoki dkk., 2014). Sistem operasi yang digunakan dalam membangun VoIP adalah RasPBX merupakan sistem operasi Raspbian yang memungkinkan Raspberry Pi menjadi server PBX bahkan VoIP karena didalamnya tersedia aplikasi FreePBX, Asterisk (Dwiyatno dkk., 2019).

Dalam konteks ini masyarakat di Dusun V Lekis Desa Banuayu Kecamatan Lubuk Batang Kabupaten Ogan Komering Ulu dapat berkomunikasi melalui telepon menggunakan aplikasi softphone yaitu ZoiPer suatu aplikasi untuk panggilan VoIP yang sederhana dengan kualitas suara halus melalui jaringan Internet Protocol tanpa koneksi internet berbasis Raspberry Pi menggunakan aki sebagai sumber energi (Madinah & Gifson, 2016). Dalam uji performansi menggunakan analisa Quality of Service (QoS) suatu kemampuan suatu elemen jaringan, seperti aplikasi jaringan, host, atau router untuk memiliki tingkatan jaminan bahwa elemen jaringan tersebut dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan (Gunawan, 2008). Pengukuran kualitas suara dalam penelitian ini menggunakan parameter Mean Opinion Score (MOS) sebuah parameter subjektif untuk mengukur kualitas suara pada VoIP (Syafindra & Subhan, 2011). Untuk mengambil data pengukuran tersebut yaitu langsung melalui pendapat perorangan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Action Research penelitian tindakan atau action research, sebagai sebuah metode penelitian, didirikan atas asumsi bahwa teori dan praktik dapat secara tertutup diintegrasikan dengan pembelajaran dari hasil intervensi yang direncanakan setelah diagnosis yang rinci terhadap konteks masalahnya. Dalam hal ini metode Action Research adalah metode yang paling cocok dalam penelitian ini dikarenakan metodenya terstruktur dan melalui proses tahap – tahapan yang benar (Wijaya & Rasmila, 2018).

Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini adalah Action Research atau penelitian tindakan menyebutkan penelitian tindakan atau action research, merupakan sebagai sebuah metode penelitian didirikan atas asumsi bahwa teori dan praktik dapat secara tertutup diintegrasikan dengan pembelajaran dari hasil intervensi yang direncanakan setelah diagnosis yang rinci terhadap konteks masalahnya (Wijaya & Rasmila, 2018).



Gambar 1. Ilustrasi Action Research

Pada Gambar 1 adapun tahapan penelitian yang merupakan bagian dari Action Research ini antara lain Diagnosa (Diagnosing), Tindakan (Action Planning), Tindakan (Action Taking), Evaluasi (Evaluating), Pembelajaran (Learning).

Metode Pengumpulan Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Observasi merupakan suatu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melihat langsung ke objek yang diteliti (Situmorang dkk., 2010). Wawancara merupakan suatu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab atau dialog secara langsung dengan pihak-pihak yang terkait dengan penelitian yang dilakukan (Saputra, 2021). Studi Literature merupakan penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan sebuah bahan rujukan yaitu berupa referensi yang bersifat teoritis berupa jurnal, buku dan sumber bacaan lain yang berkaitan dengan topik penelitian (Jeka dkk., 2023).

Adapun untuk mengetahui performa dari voip berbasis raspberry pi menggunakan aki sebagai sumber energi menggunakan Quality of Service dengan parameter Throughput, Packet Loss, Jitter, dan Mean Opinion Score (MOS).

Tabel 1. Throughput

Kategori	Throughput
Sangat Bagus	100%
Bagus	75%
Sedang	50%
Jelek	< 25%

Sumber (TIPHON)

Pparameter throughput yaitu sebuah kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut (Wijaya & Rasmila, 2018). Tabel 1 merupakan kategori dari throughput menurut standarisasi TIPHON. Untuk menghitung Throughput menggunakan rumus :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{paket data yang diterima}}{\text{lama pengamatan}}$$

Tabel 2. Packet Loss

Kategori Packet Loss	Packet Loss
Sangat Bagus	0 %
Bagus	3 %
Sedang	15 %
Jelek	25 %

Sumber (TIPHON)

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan (Wijaya & Rasmila, 2018). Tabel 2 merupakan kategori dari packet loss menurut standarisasi TIPHON. Packet Loss dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{P. data yang dikirim} - \text{P. data yang diterima}}{\text{P. data yang dikirim}} \times 100\%$$

Tabel 3. Delay

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

Sumber (TIPHON)

Parameter delay yaitu lamanya waktu yang dibutuhkan oleh data atau informasi untuk sampai ketempat tujuan data atau informasi tersebut dikirim. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama (Wijaya & Rasmila, 2018). Tabel 3 merupakan kategori dari delay menurut standarisasi TIPHON. Delay dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

Tabel 4. Jitter

Kategori Jitter	Besar Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	75 ms
Sedang	125 ms
Jelek	225 ms

Sumber (TIPHON)

Menurut (Pamungkas & Pramono, 2018) parameter Jitter adalah variasi delay yang disebabkan oleh variasi-variasi panjang antrian dalam waktu mengolah data. Tabel 4 merupakan kategori dari jitter menurut standarisasi TIPHON. Jitter dihitung menggunakan rumus.

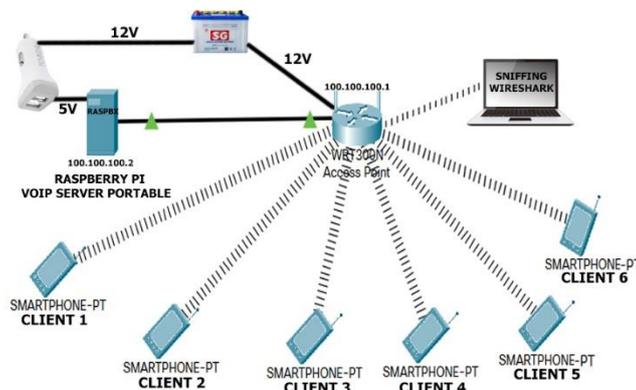
$$\text{Rata - rata jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

Tabel 5. Mean Opinion Score

Skala Absolut	Quality	Keterangan
5	Excellent	Sangat jelas dan sangat jernih
4	Good	Jelas dan jernih
3	Pair	Cukup jelas dan cukup jernih
2	Poor	Tidak jelas dan tidak jernih
1	Bad	Sangat tidak jelas dan sangat tidak jernih

Sumber (MOS)

Mean Opinion Score adalah suatu parameter subjektif untuk mengukur kualitas suara pada VoIP. Untuk mengambil data tersebut yaitu langsung melalui pendapat perorangan (Syafindra & Subhan, 2011). Tabel 5 merupakan kategori dari Mean Opinion Score.



Gambar 2. Topologi

Desain dari topologi pada Gambar 2 diatas yaitu terdapat 1 buah server voip yaitu raspberry pi dengan 1 buah stepdown untuk menghubungkan raspberry ke aki agar tegangan yang di supply yaitu 5 volt. Kemudian terdapat 6 client pada penelitian ini untuk pengujian QoS dan 1 buah Router Access Point untuk mentransimiskan sinyal ke client dan terakhir terdapat 1 buah laptop untuk mengcapture semua aktivitas berguna untuk menganalisa Quality of Service dengan aplikasi Wireshark.

Tabel 6. Ekstensi

Ekstensi	Nama
1	Client 1
2	Client 2
3	Client 3

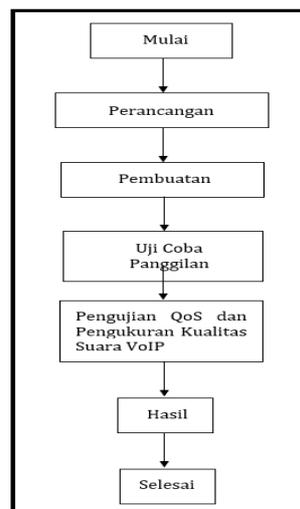
4	Client 4
5	Client 5
6	Client 6

Pada Tabel 6 merupakan ekstensi atau nomor telepon yang akan di daftarkan di FreePBX dan juga pada aplikasi ZoiPer di smartphome android. Dalam hal ini ekstensi merupakan nomor tujuan yang akan dilakukan dalam panggilan client di VoIP (Murkute & Deshmukh, 2015).

Tabel 7. Jarak

No	Jarak
1	50 Meter
2	100 Meter
3	200 Meter

Pada Tabel 7 diatas merupakan jarak yang akan di ujicoba pada QoS terhadap jarak router access point terdapat 3 jarak yaitu 50, 100 dan jarak maksimal yaitu 200 meter semakin jauh jarak semakin terlihat loss atau pelemahan (Khuluq, 2016).



Gambar 3. Langkah – Langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian digambarkan dalam Gambar 3. Langkah awal yaitu adalah mulai nya penelitian. Langkah kedua ialah perancangan yaitu mendesain rancangan topologi serta mempersiapkan alat dan bahan berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Langkah ketiga yaitu pembuatan, pembuatan disini yaitu adalah membangun jaringan VoIP tanpa koneksi internet berbasis Raspberry Pi dengan metode Action Research menggunakan baterai aki mobil sebagai sumber energi. Selanjutnya langkah keempat yaitu menguji coba panggilan antar client. Langkah kelima adalah uji coba performansi dari VoIP server yang telah dibuat tadi dengan cara analisa QoS. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur nilai delay, jitter, throughput, dan packet loss dengan cara pengujian QoS komunikasi antar klien, pengujian QoS terhadap jarak router access point dan terakhir mengukur kualitas suara pada VoiP yaitu menggunakan parameter MOS. Langkah keenam merupakan langkah hasil dari penelitian ini yaitu rata - rata analisa QoS dan hasil rata rata

pengukuran kualitas suara menggunakan Mean Opinion Score. Langkah ketujuh merupakan akhir dari penelitian ini.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian QoS

Pengujian QoS Antar Client

Throughput

Tabel 8. Throughput QoS Antar Client

Analisa	Throughput (bps)	Kategori Throughput	Indeks
2 Client	171	Sangat Bagus	4
4 Client	341	Sangat Bagus	4
6 Client	511	Sangat Bagus	4
Rata – rata	341	Sangat Bagus	4

Pada Tabel 8 diatas maka dapat diketahui nilai dari throughput pada komunikasi antar client secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Throughput pada komunikasi antar client bernilai 341 bps, dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata >100bps

Packet Loss

Tabel 9. Packet Loss QoS Antar Client

Analisa	Packet Loss (%)	Kategori Packet Loss	Indeks
2 Client	1,3	Sangat Bagus	4
4 Client	0,9	Sangat Bagus	4
6 Client	0,09	Sangat Bagus	4
Rata – rata	0,73	Sangat Bagus	4

Pada Tabel 9 diatas maka dapat diketahui nilai dari Packet Loss pada komunikasi antar client secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Packet Loss pada komunikasi antar client bernilai 0,73%, dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata 0 % - 1 %.

Delay

Tabel 10. Delay QoS Antar Client

Analisa	Delay (ms)	Kategori Delay	Indeks
2 Client	10	Sangat Bagus	4
4 Client	5	Sangat Bagus	4
6 Client	3	Sangat Bagus	4
Rata – rata	6	Sangat Bagus	4

Pada Tabel 10 diatas maka dapat diketahui nilai dari Delay pada komunikasi antar client secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Delay pada komunikasi antar client

bernilai 6 ms, dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata <150 ms.

Jitter

Tabel 11. Jitter QoS Antar Client

Analisa	Jitter (ms)	Kategori Jitter	Indeks
2 Client	9	Sangat Bagus	4
4 Client	5	Sangat Bagus	4
6 Client	3	Sangat Bagus	4
Rata – rata	5,6	Sangat Bagus	4

Pada Tabel 11 diatas maka dapat diketahui nilai dari Jitter pada komunikasi antar client secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Jitter pada komunikasi antar client bernilai 5,6 ms, dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata 0 ms.

Pengujian QoS Terhadap Jarak Router Access Point Throughput

Tabel 12. Throughput QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Throughput (bps)	Kategori Throughput	Indeks
50 M	170	Sangat Bagus	4
100 M	164	Sangat Bagus	4
200 M	170	Sangat Bagus	4
Rata – rata	168	Sangat Bagus	4

Pada Tabel 12 diatas maka dapat diketahui nilai dari throughput pada komunikasi Terhadap Jarak Router *Access Point* secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Throughput pada komunikasi Terhadap Jarak Router *Access Point* bernilai 168 bps, dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata >100bps.

Packet Loss

Tabel 13. Packet Loss QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Packet Loss (%)	Kategori Packet Loss	Indeks
50 M	0,08	Sangat Bagus	4
100 M	0,07	Sangat Bagus	4
200 M	3	Bagus	3
Rata – rata	3,15	Bagus	3

Pada Tabel 13 diatas maka dapat diketahui nilai dari Packet Loss pada komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Packet Loss pada komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point bernilai 3,15, dikategorikan

Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata 3 %.

Delay

Tabel 14. Delay QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Delay (ms)	Kategori Delay	Indeks
50 M	10	Sangat Bagus	4
100 M	10	Sangat Bagus	4
200 M	10	Sangat Bagus	4
Rata – rata	10	Sangat Bagus	4

Pada Tabel 14 diatas maka dapat diketahui nilai dari Delay pada komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Delay pada komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point bernilai 10 ms, dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata <150 ms.

Jitter

Tabel 15. Jitter QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Jitter (ms)	Kategori Jitter	Indeks
50 M	10	Sangat Bagus	4
100 M	10	Sangat Bagus	4
200 M	9	Sangat Bagus	4
Rata – rata	9	Sangat Bagus	4

Pada Tabel 15 diatas maka dapat diketahui nilai dari Jitter pada komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Jitter pada komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point bernilai 9 ms, dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata 0 ms.

Pengukuran Kualitas Suara Komunikasi Antar Client

Tabel 16. Pengukuran Kualitas Suara Komunikasi Antar Client

No	Analisa	Indeks	Keterangan
1	2 Client	5	Sangat jelas dan sangat jernih
2	4 Client	5	Sangat jelas dan sangat jernih
3	6 Client	5	Sangat jelas dan sangat jernih
	Rata – rata	5	Sangat jelas dan sangat jernih

Pada Tabel 16 diatas maka dapat diketahui nilai dari rata - rata pengukuran kualitas suara pada komunikasi Suara Antar Client secara keseluruhan hasil rata - rata bernilai 5,

dikategorikan Sangat Jelas dan Sangat Jernih karena telah memenuhi syarat dari standarisasi MOS yaitu dengan rata – rata 5.

Komunikasi Terhadap Router Access Point

Tabel 17. Pengukuran Kualitas Suara Komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point

No	Analisa	Indeks	Keterangan
1	50 M	4,8	Jelas dan jernih
2	50 M	4,2	Jelas dan jernih
3	50 M	3,2	Cukup jelas dan cukup jernih
Rata – rata		4	Jelas dan jernih

Pada Tabel 17 diatas maka dapat diketahui nilai dari rata - rata pengukuran kualitas suara pada komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point secara keseluruhan hasil rata - rata bernilai 4, dikategorikan Jelas dan Jernih karena telah memenuhi syarat dari standarisasi MOS yaitu dengan rata – rata 4.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di lakukan maka penelitian ini berhasil menjawab kesimpulan dari Analisa QoS Pada Jaringan VoIP berbasis Raspberry Pi menggunakan baterai aki mobil dengan metode Action Research bahwa pengujian QoS pada komunikasi antar client yang telah di paparkan, bahwa banyaknya client yang sedang berkomunikasi tidak memberikan pengaruh untuk parameter throughput, packet loss, delay, dan jitter sedangkan jika client berkomunikasi berdasarkan jarak hal itu memberikan pengaruh besar terutama di bagian packet loss, dalam hal ini semakin jauh jarak dari router access point maka koneksi VoIP berbasis raspberry pi tidak stabil. Pada pengukuran kualitas suara yang telah dipaparkan bahwa pada komunikasi antar client banyaknya client yang sedang berkomunikasi tidak memberikan pengaruh pada kualitas suara sedangkan jika client berkomunikasi berdasarkan jarak hal ini memberikan pengaruh besar pada kualitas suara terutama pada jarak maksimum yakni 200 meter yang mempunyai index 3,2, dalam hal ini jarak 200 meter mempunyai kualitas suara dikategorikan cukup jelas dan cukup jernih berdasarkan standarisasi Mean Opinion Score.

Daftar Pustaka

- Aoki, D. A., Effindi, M. A., Hariyadi, M., & Anif, E. C. (2014). Voice over Internet Protocol (VOiP) pada Jaringan Wireless berbasis Raspberry Pi. *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK)*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Ogan Komering Ulu. (2023). *Kecamatan Lubuk Batang Dalam Angka 2023*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Ogan Komering Ulu.

- Dwiyatno, S., Sulistiyono, S., & Nugraheni, M. (2019). Layanan Komunikasi Voip Menggunakan Raspberry Pi Dan Raspbx Pada Smk Al-Insan Terpadu. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 6(2), Article 2. <https://ejurnal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/1630>
- Gunawan, A. H. (2008). Quality of Service dalam Data Komunikasi. *Tersedia di http://telecommunicationforall.blogspot.com/2008/05/quality-service.html* [diakses 22 Oktober 2010].
- Jeka, F., Risnita, R., Jailani, M. S., & Asrulla, A. (2023). Kajian Literatur dalam Menyusun Referensi Kunci, State Of The Art, dan Keterbaharuan Penelitian (Novelty). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26466–26474. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.10870>
- Khuluq, H. (2016). Implementasi Voip (Voice Over Internet Protocol) Server Berbasis Raspberry Pi Sebagai Media Komunikasi. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan Dan Informatika*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.21107/edutic.v3i1.2560>
- Madinah, D., & Gifson, A. (2016). Implementasi Aplikasi Softphone Pada Telepon Seluler Android Sebagai Extension Menggunakan Perangkat Ip Pbx Zycoo Zx20a. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 1(1), 1–15.
- Muntahanah, M., Toyib, R., & Wardiman, I. (2020). Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) Berbasis Linux (Studi Kasus SMK Negeri 03 Bengkulu). *Pseudocode*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.7.1.41-50>
- Murkute, P. V., & Deshmukh, V. M. (2015). Implementing the VoIP communication principles using raspberry pi as server. *International Journal of Computer Applications*, 124(4). <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=891de6a90ae2f1532c7b70fc849eccf145e538d7>
- Pamungkas, S. W., & Pramono, E. (2018). *Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Hotspot SMA Negeri XYZ. E-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi)*, 7–2 (2), 142–152.
- Saputra, B. (2021). Perancangan Aplikasi Transaksi Dan Pengolahan Data Pendistribusian Ayam Broiler Pada Pt. Andalan Sehat (Malindo) Cabang Teluk Kuantan. *JURNAL PERENCANAAN, SAINS DAN TEKNOLOGI (JUPERSATEK)*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.36378/jupersatek.v4i2.2268>
- Situmorang, S. H., Muda, I., Doli, M., & Fadli, F. S. (2010). *Analisis data untuk riset manajemen dan bisnis*. USUpress. <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=ZjUWxHJWO4AC&oi=fnd&pg=PR3&dq=S.+H.+Situmorang,+I.+Muda,+M.+Doli,+and+F.+S.+Fadli,+Analisis+data+untuk+riset+manajemen+dan+bisnis:+USUpress,+2010.&ots=8BUEPCF7DB&sig=T3vIWrljHiXXAqoAHdM8PisO8go>
- Subandi, S. (2017). Sistem Komunikasi Berbasis Wireless (Voip) Menggunakan Raspberry Pi Pada Daerah Tak Terjangkau Sumber Daya Listrik. *INTEKNA Jurnal Informasi Teknik Dan Niaga*, 17(2), 112–120. <https://doi.org/10.31961/intekna.v17i2.471>
- Syafindra, R. A., & Subhan, A. (2011). Analisa Performansi Dan Kualitas Kanal Voip Pada Sistem Embedded Wireless. *EEPIS Final Project*. <http://www.eepis-its.edu>

Wijaya, A., & Rasmila, R. (2018). Analisa Keandalan Jaringan Internet dengan Pendekatan Quality Of Service pada RS. Kusta Dr. Rivai Abdullah Palembang. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 20(1), 1–10.