



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

M.Dimas Goworzky¹, Alex Wijaya²,

^{1,2}Informatics Departement, Faculty of Science and Technology, Bina Darma University, Palembang, Indonesia

Email: ¹dimasgowo@gmail.com, ²alex_wj@binadarma.ac.id

Abstract

Access to telecommunication technology is currently one of the important needs for humans to be able to socialize with family or friends. One example is communicating via telephone, but the telephone requires several supporting tools in order to operate according to its function. For example, such as electricity sources and provider transmitters. Not all people in Indonesia, especially in villages, can use telephones because there are several obstacles, including the distance of the provider transmitter and a very limited electricity supply, one of which is in the Lekis V Village Banuayu, Lubuk Batang District, Ogan Komering Ulu Regency. VoIP technology is a voice communication technology that utilizes internet infrastructure like using a telephone that is generally cheaper. In this study, a VoIP communication network will be created without an internet connection based on Raspberry Pi with the RasPBX operating system as an IP PBX using a car battery as an energy source with the aim of being an alternative communication tool, and then will test the performance by analyzing QoS with parameters Delay, Jitter, Throughput, Packet Loss with three testing methods, namely QoS testing of communication between clients, QoS testing of the distance of the access point router, and voice quality testing using the Mean Opinion Score parameter. The research method used in this research is Action Research.

Keywords: Communication, QoS, Raspberry Pi, VoIP

Abstrak

Sebuah akses teknologi telekomunikasi saat ini menjadi salah satu kebutuhan yang penting bagi umat manusia untuk bisa bersosialisasi dengan keluarga ataupun teman. Salah satu contohnya yaitu berkomunikasi melalui telepon, namun telepon memerlukan beberapa alat pendukung agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya. Contohnya 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. Teknologi VoIP suatu teknologi komunikasi suara dengan memanfaatkan infrastruktur internet layaknya menggunakan telepon yang secara umum dan lebih murah. Pada penelitian ini akan dibuat sebuah jaringan komunikasi VoIP tanpa koneksi internet berbasis Raspberry Pi dengan sistem operasi RasPBX sebagai IP PBX menggunakan baterai aki mobil sebagai sumber energi dengan tujuan sebagai alat komunikasi alternatif, dan selanjutnya akan menguji coba performa dengan cara menganalisa QoS dengan parameter Delay, Jitter, Throughput, Packet Loss dengan tiga cara pengujian yaitu pengujian QoS komunikasi antar klien, pengujian QoS terhadap jarak router access point, dan pengujian kualitas suara dengan menggunakan parameter Mean Opinion Score. Metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini adalah Action Research.

Kata Kunci: VoIP, Komunikasi, QoS, Raspberry Pi

1. PENDAHULUAN

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.

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah jaringan komunikasi VoIP tanpa koneksi internet berbasis Raspberry Pi. Voice Over Internet Protocol adalah sebuah teknologi yang mampu melewati sebuah trafik yaitu seperti suara, video dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP [1]. Raspberry Pi adalah sebuah SBC (Single Board Computer) yang dikembangkan oleh suatu perusahaan Inggris Premier Farnell dan RS components dan Raspberry Pi juga berbentuk seperti motherboard berukuran mini sebesar kartu kredit [2], Raspberry Pi menggunakan sistem operasi RasPBX sebagai IP PBX dan menggunakan baterai aki mobil sebagai sumber energi dengan tujuan sebagai alat komunikasi alternatif. RasPBX merupakan sebuah distro atau sistem operasi berdasarkan distro Debian Stretch (Raspbian) yang memungkinkan Raspberry Pi ini menjadi server PBX bahkan VoIP karena didalamnya tersedia aplikasi seperti FreePBX, Asterisk, Apache, MySQL

dan PHPMyadmin [3] dan IP PBX adalah sebuah perangkat switching komunikasi telepon dan data berbasis teknologi Internet Protocol (IP) yang mengendalikan ekstension telepon analog (TDM) maupun ekstension IP Phone. Beberapa fungsi yang dapat dilakukan pada IP PBX antara lain seperti penyambungan, pengendalian, dan pemutusan hubungan telepon, translasi protokol komunikasi, translasi media komunikasi atau transcoding, serta pengendalian perangkat-perangkat IP Teleponi seperti VoIP Gateway, Access Gateway, dan Trunk Gateway [4].

Selanjutnya untuk melakukan pengujian dial up yaitu dengan cara melakukan panggilan antar client menggunakan aplikasi ZoiPer yaitu merupakan suatu aplikasi untuk panggilan VoIP yang sederhana dengan kualitas suara halus melalui jaringan IP (Internet Protocol) [5]. Komunikasi tersebut juga bisa menggunakan jaringan koneksi Wi-Fi yang menghubungkan server dan client (ekstension). Kemudian untuk menguji coba performa dari VoIP berbasis Raspberry Pi menggunakan aki sebagai sumber energi yaitu dilakukan dengan cara menganalisa Quality Of Service (QoS) yaitu suatu kemampuan suatu elemen jaringan, seperti aplikasi jaringan, host, atau router untuk memiliki tingkatan jaminan bahwa elemen jaringan tersebut dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan [6], dengan parameter delay, jitter, throughput, dan packet loss. Selanjutnya melakukan pengukuran kualitas suara dengan parameter Mean Opinion Score yaitu merupakan suatu parameter subjektif untuk mengukur kualitas suara pada VoIP [7]. Untuk mengambil data pengukuran tersebut yaitu langsung melalui pendapat perorangan.

Terdapat penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan voip berbasis raspberry pi seperti yang dilakukan Aoki [2], penelitian ini bertujuan membangun server voip menggunakan raspberry pi sebagai servernya dan uji coba pemanggilan serta energi yang dipakai masih menggunakan listrik, tetapi peneliti ini belum menganalisa QoS nya. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Khuluq [8], peneliti ini masih sama dengan peneliti yang sebelumnya tadi hanya sebatas membangun dan menguji coba pemanggilan antar client menggunakan aplikasi Softphone yaitu Zoiper, pengukuran jarak terjauh dan kekuatan sinyal WiFi serta energi yang dipakai masih menggunakan listrik dan masih belum menganalisa QoS nya. Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan oleh Murkute dan Demuskh [9], yaitu membuat server voip menggunakan Raspberry Pi dan menguji coba panggilan antar client menggunakan Softphone X-Lite, dan peneliti ini masih menggunakan listrik sebagai energi dan masih belum menganalisa QoS nya. Dan penelitian yang terakhir dilakukan oleh Syafindra dan Subhan [7], penelitian ini bertujuan membangun server voip menggunakan OpenWrt dan Asterisk yang ditanamkan pada router access point, sehingga klien dapat menggunakan telepon

digital atau IP phone. Kemudian peneliti ini melakukan analisa QoS dengan parameter Delay, Jitter, Throughput, Packet Loss dengan cara pengujian QoS komunikasi antar klien, perbandingan QoS melalui jaringan Wireless dan Wireline, pengujian QoS terhadap jarak router access point, dan yang terakhir mengukur kualitas suara pada VoIP menggunakan parameter Mean Opinion Score (MOS).

2. METODE

2.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini adalah Action Research atau penelitian tindakan [10] 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.

Adapun tahapan penelitian yang merupakan bagian dari Action Research ini yaitu:

1. Melakukan Diagnosa (Diagnosing)

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, maka permasalahan yang akan diselesaikan adalah bagaimana cara membangun jaringan komunikasi VoIP tanpa koneksi internet menggunakan Raspberry Pi dengan aki mobil sebagai sumber energi agar dapat memberikan komunikasi antar client yang terhubung di jaringan VoIP tersebut, dan bagaimana cara mengetahui Quality of Service serta mengetahui kualitas suara pada VoIP tersebut.

2. Melakukan Rencana Tindakan (Action Planning)

Setelah memahami permasalahan yang sudah ada selanjutnya menyusun rencana untuk permasalahan tersebut. Rencana yang akan dilakukan yaitu merancang topologi dan menyiapkan alat dan bahan berupa hardware dan software serta menyiapkan 6 ekstensi untuk client dan menentukan jarak atau jangkauan dari access point.

3. Melakukan Tindakan (Action Taking)

Setelah melakukan rencana tindakan, selanjutnya melakukan tindakan yaitu membangun jaringan VoIP tanpa koneksi internet menggunakan Raspberry Pi sebagai server portable dengan menggunakan aki mobil sebagai sumber energi.

4. Melakukan Evaluasi (Evaluating)

Setelah melakukan tindakan, selanjutnya penulis akan melakukan evaluasi yaitu menguji coba dial up dengan cara melakukan panggilan antar client menggunakan smartphone android dengan aplikasi Softphone yaitu ZoiPer. Setelah berhasil uji coba panggilan selanjutnya peneliti akan menguji performanya dengan cara menganalisa QoS dengan parameter Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter dengan tiga cara pengujian QoS yaitu komunikasi antar klien, pengujian QoS terhadap jarak router access point, dan yang terakhir peneliti akan mengukur kualitas suara pada VoIP yaitu menggunakan parameter MOS (Mean Opinion Score).

5. Melakukan Pembelajaran (Learning)

Setelah melakukan empat tahapan tadi selanjutnya memasuki tahapan terakhir yaitu pembelajaran, dari data yang dihasilkan dengan perhitungan di pelajari untuk mendapatkan sebuah kesimpulan, kemudian penelitian ini dapat berakhir.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Adapun Metode Pengumpulan Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Observasi

Merupakan suatu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melihat langsung ke objek yang diteliti. Dalam hal ini peneliti akan melihat langsung ke lokasi di Dusun V Lekis Desa Banuayu Kecamatan Lubuk Batang Kabupaten OKU.

2. Wawancara

Merupakan suatu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab atau dialog secara langsung dengan pihak-pihak yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Dalam hal ini peneliti akan melakukan pengumpulan data yaitu dengan parameter MOS untuk mengukur kualitas suara pada VoIP.

3. 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.

2.3. Metode Analisis Data

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).

1. Throughput

Tabel 1. Throughput

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

Sumber (TIPHON)

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

2. Packet Loss

Tabel 2. Packet Loss

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

Sumber (TIPHON)

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

3. Delay

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)

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

4. Jitter

Tabel 4. Jitter

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

Sumber (TIPHON)

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

5. Mean Opinion Score

Tabel 5. Mean Opinion Score

Skala Absolut	Quality	Keterangan
5	Excelent	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)

2.4. Pengujian QoS

1. Pengujian Antar Client

Pengujian ini dilakukan agar mendapatkan QoS ketika client yang melakukan komunikasi bertambah dari 2 client, 4 client, dan 6 client.

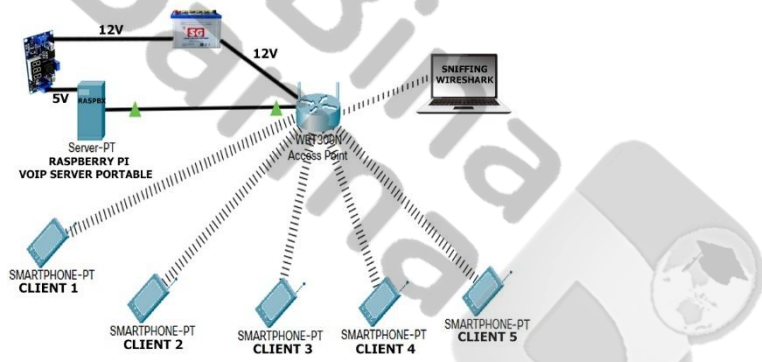
2. Pengujian Terhadap Jarak Router Access Point

Pengujian ini dilakukan agar mendapatkan QoS ketika client berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain serta melakukan pengukuran sinyal. Dalam hal ini jarak yang akan diuji yaitu sejauh 50 meter, 100 meter, dan 200 meter dari access point.

3. Pengukuran Kualitas Suara Dengan Parameter Mean Opinion Score

Pengujian ini dilakukan agar mendapatkan sebuah kualitas suara dari komunikasi antar client dan komunikasi terhadap jarak router access point dengan cara pengukuran kualitas suara menggunakan parameter Mean Opinion Score.

2.5. Topologi



Gambar 1. Topologi

Desain dari topologi 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.

2.6. Ekstensi

Tabel 6. Ekstensi

No	Ekstensi	Nama
1	1	Client 1
2	2	Client 2
3	3	Client 3

4	4	Client 4
5	5	Client 5
6	6	Client 6

Pada tabel diatas merupakan ekstensi yang akan di daftarkan pada aplikasi ZoiPer di smartphone android.

2.7. Jarak Dari Access Point

Tabel 7. Jarak

No	Jarak
1	50 Meter
2	100 Meter
3	200 Meter

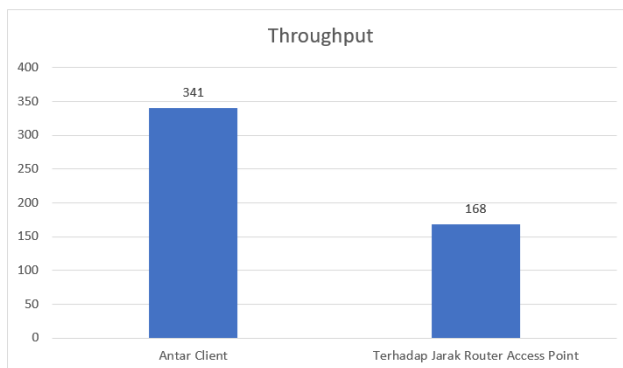
Pada tabel diatas merupakan jarak yang akan di ujicoba pada analisa qos terhadap jarak router access point beserta kekuatan sinyal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

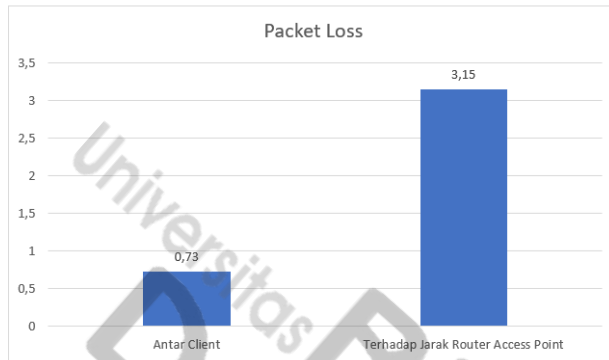
1. Pengujian QoS

a. Throughput



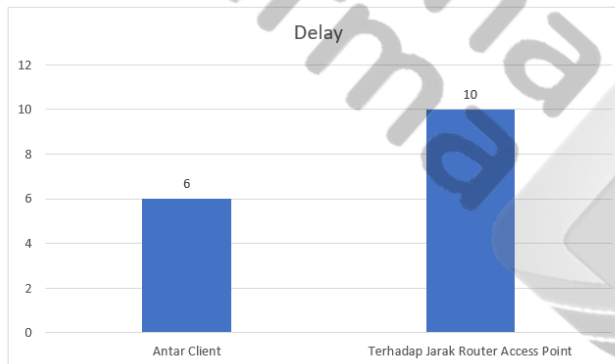
Gambar 2. Throughput

b. Packet Loss



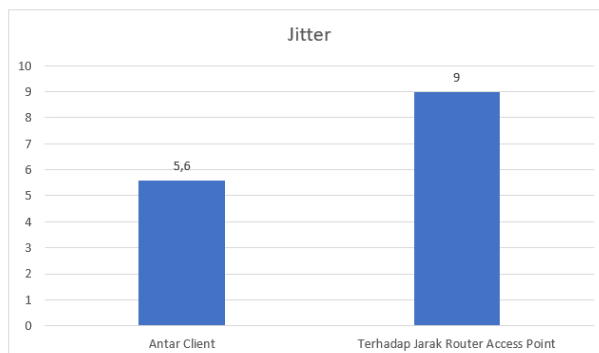
Gambar 3. Packet Loss

c. Delay



Gambar 4. Delay

d. Jitter

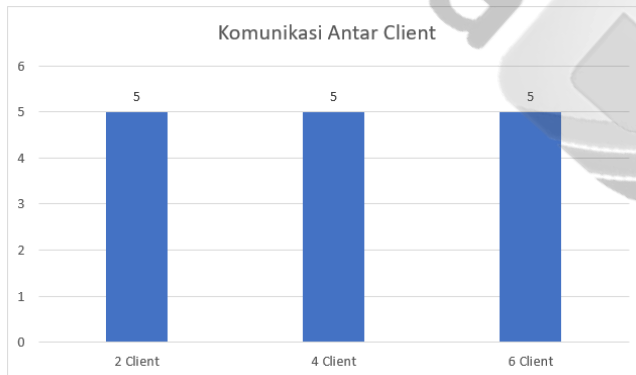


Gambar 5. Jitter

Berdasarkan dari 4 diagram batang pengujian QoS, terlihat secara keseluruhan perbandingan parameter throughput, packet loss, delay, dan jitter menunjukkan hasil yang sangat signifikan yang dimana parameter throughput dilihat dari Gambar 2 nilai dari komunikasi antar client nilainya lebih tinggi dibanding dengan komunikasi terhadap jarak untuk keduanya menurut standarisasi TIPHON dikategorikan Sangat Bagus. Parameter packet loss dilihat dari Gambar 3 nilai dari komunikasi terhadap jarak router access point lebih tinggi dibanding komunikasi antar client hal ini memberikan sebuah hasil bahwa komunikasi terhadap jarak router access point menurut standarisasi TIPHON dikategorikan Bagus sedangkan untuk komunikasi antar client dikategorikan Sangat Bagus. Parameter delay dilihat dari Gambar 4 nilai dari komunikasi antar client lebih rendah dari komunikasi terhadap jarak router access point dalam hal ini menurut standarisasi TIPHON keduanya masih dikategorikan Sangat Bagus. Parameter jitter dilihat dari Gambar 5 nilai dari komunikasi antar client lebih rendah dari komunikasi terhadap jarak router access point dalam hal ini menurut standarisasi TIPHON keduanya masih dikategorikan Sangat Bagus.

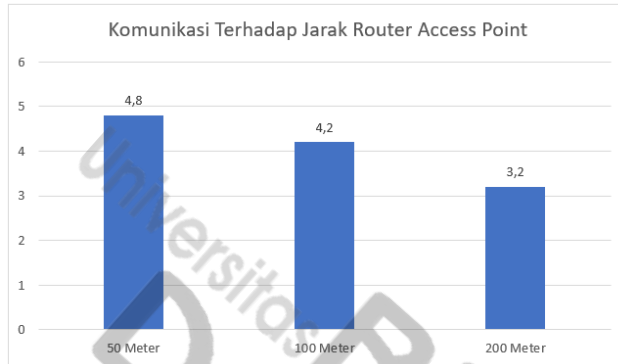
2. Pengukuran Kualitas Suara

a. Komunikasi Antar Client



Gambar 6. Komunikasi Antar Client

b. Komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point



Gambar 7. Komunikasi Terhadap Jarak Router Access Point

Berdasarkan dari 2 diagram batang pengukuran kualitas suara, terlihat secara keseluruhan perbandingan kualitas suara menunjukkan hasil yang sangat signifikan pada komunikasi terhadap jarak router access point yang dimana pada Gambar 7 terlihat semakin jauh jarak terhadap router access point maka kualitas suara menurun berdasarkan standarisasi MOS bahwa pada jarak 200 meter dikategorikan cukup jelas dan cukup jernih sedangkan komunikasi antar client yang dimana pada Gambar 6 menunjukkan hasil yang tidak terlalu signifikan yang dimana banyaknya client yang sedang berkomunikasi tidak membuat kualitas suara menurun, berdasarkan standarisasi MOS bahwa keseluruhan client pada komunikasi antar client dikategorikan sangat jelas dan sangat jernih.

3.2. Pembahasan

1. Pengujian QoS Antar Client

a. 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 diatas maka dapat diketahui nilai dari throughput pada komunikasi

antar client secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Throughput pada komunikasi antar client dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata >100bps

b. 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 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 dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata 0 % - 1 %.

c. 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 diatas maka dapat diketahui nilai dari Delay pada komunikasi antar client secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Delay pada komunikasi antar client dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata <150 ms.

d. 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 diatas maka dapat diketahui nilai dari Jitter pada komunikasi antar client secara keseluruhan bahwa hasil rata rata nilai Jitter pada komunikasi antar client dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata 0 ms.

2. Pengujian QoS Terhadap Jarak Router Access Point

a. Throughput

Tabel 12. Throughput QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Throughput (bps)	Kategori Throughput	Indeks
50 M (-61 dbm)	170	Sangat Bagus	4
100 M (-68 dbm)	164	Sangat Bagus	4
200 M (-72 dbm)	170	Sangat Bagus	4
Rata – rata	168	Sangat Bagus	4

Pada tabel 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* dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata >100bps.

b. Packet Loss

Tabel 13. Packet Loss QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Packet Loss (%)	Kategori Packet Loss	Indeks
50 M (-61 dbm)	0,08	Sangat Bagus	4
100 M (-68 dbm)	0,07	Sangat Bagus	4
200 M (-72 dbm)	3	Bagus	3
Rata – rata	3,15	Bagus	3

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

c. Delay

Tabel 14. Delay QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Delay (ms)	Kategori Delay	Indeks
50 M (-61 dbm)	10	Sangat Bagus	4
100 M (-68 dbm)	10	Sangat Bagus	4
200 M (-72 dbm)	10	Sangat Bagus	4
Rata – rata	10	Sangat Bagus	4

Pada tabel 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 dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata <150 ms.

d. Jitter

Tabel 15. Jitter QoS Terhadap Jarak Router Access Point

Analisa	Jitter (ms)	Kategori Jitter	Indeks
50 M (-61 dbm)	10	Sangat Bagus	4
100 M (-68 dbm)	10	Sangat Bagus	4
200 M (-72 dbm)	9	Sangat Bagus	4
Rata – rata	9	Sangat Bagus	4

Pada tabel 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 dikategorikan Sangat Bagus karena telah memenuhi syarat dari standarisasi TIPHON yaitu dengan rata – rata 0 ms.

3. Pengukuran Kualitas Suara

a. 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 diatas maka dapat diketahui index standarisasi MOS dari pengukuran kualitas pada Komunikasi Suara Antar Client dikategorikan Sangat jelas dan sangat jernih karena telah memenuhi syarat dari standarisasi MOS yaitu dengan rata – rata index 5.

b. Komunikasi Terhadap Router Access Point

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

No	Analisa	Indeks	Keterangan
1	50 M (-61 dbm)	4,8	Jelas dan jernih
2	50 M (-61 dbm)	4,2	Jelas dan jernih
3	50 M (-61 dbm)	3,2	Cukup jelas dan cukup jernih
	Rata – rata	4	Jelas dan jernih

Pada tabel diatas maka dapat diketahui index standarisasi MOS dari pengukuran kualitas pada Komunikasi Suara Terhadap Jarak Router *Access Point* dikategorikan Jelas dan jernih karena telah memenuhi syarat dari standarisasi MOS yaitu dengan rata – rata index 4.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di dapat maka komunikasi telepon akan menjadi lebih murah bahkan tanpa koneksi internet. Pada analisa qos 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 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 200 meter yang mempunyai nilai index 3,2 dikategorikan cukup jelas dan cukup jernih berdasarkan standarisasi Mean Opinion Score. Saran dari penelitian ini perlunya meningkatkan jangkauan sinyal dari access point dan perlu menambahkan keamanan pada VoIP berbasis Raspberry Pi agar panggilan komunikasi suara di VoIP berbasis Raspberry Pi dapat terlindungi dari ancaman seperti penyadapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Muntahanah, R. Toyib, and I. Wardiman, "Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) Berbasis Linux (Studi Kasus SMK Negeri 03 Bengkulu)," *Pseudocode*, vol. 7, pp. 41-50, 2020.
- [2] D. A. Aoki, M. A. Effindi, M. Hariyadi, and E. C. Anif, "Voice over Internet Protocol (VOiP) pada Jaringan Wireless berbasis Raspberry Pi," in *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK)*, 2014.
- [3] S. Dwiyatno, S. Sulistiyono, and M. Nugraheni, "Layanan Komunikasi Voip Menggunakan Raspberry Pi Dan Raspbx Pada Smk Al-Insan Terpadu," *Prosisko: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 6, 2019.
- [4] A. S. H. Timoryansyah, H. Hafidudin, and D. N. Ramadhan, "Implementasi Voip Server Dengan Menggunakan Mini Pc," *eProceedings of Applied Science*, vol. 1, 2015.
- [5] D. Madinah and A. Gifson, "Implementasi Aplikasi Softphone Pada Telepon Seluler Android Sebagai Extension Menggunakan Perangkat Ip Pbx Zycoo Zx20a," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 1, pp. 1-15, 2016.
- [6] A. H. Gunawan, "Quality of Service dalam Data Komunikasi," ed: Online, 2008.
- [7] R. A. Syafindra and A. Subhan, "ANALISA PERFORMANSI DAN KUALITAS KANAL VOIP PADA SISTEM EMBEDDED WIRELESS," *EEPIIS Final Project*, 2011.
- [8] H. Khuluq, "Implementasi VOIP (Voice Over Internet Protocol) server berbasis raspberry pi sebagai media komunikasi," *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 3, pp. 44-47, 2016.
- [9] P. V. Murkute and V. Deshmukh, "Implementing the VoIP communication principles using raspberry pi as server," *International Journal of Computer Applications*, vol. 124, 2015.
- [10] A. Wijaya and R. Rasmila, "Analisa kehandalan jaringan internet dengan pendekatan quality of service pada rs. kusta dr. rivai abdullah palembang," *Jurnal Ilmiah Matrik*, vol. 20, pp. 1-10, 2018.