

RANCANG BANGUN SENTRAL TELEPON *PORTABLE* BERBASIS VOIP (*VOICE OVER INTERNET PROTOCOL*) MENGGUNAKAN RASPBERRY PI 4

M. Agil Fahmi¹⁾, Fitri Imansyah²⁾, Jannus Marpaung³⁾, Redi Ratiandi Yacoub⁴⁾

^{1,2,3,4)}Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

Email: masagil95@gmail.com ; fitri.imansyah@ee.untan.ac.id ; jannus.marpaung@ee.untan.ac.id ;
redi.ratiandi@ee.untan.ac.id

Abstrak- Penerapan teknologi VoIP dalam komunikasi suara memberikan manfaat yang luas bagi suatu komunitas yang menggunakan telepon, sebab dalam aktifitas berkomunikasi tidak lagi dikenakan biaya selama berbicara. Teknologi VoIP yang dibangun menggunakan Raspberry Pi sebagai komputer yang berfungsi memanager aktifitas komunikasi dan menyimpan data-data nomor telepon yang diaftarkan dan sebuah Router sebagai akses point bagi perangkat yang sudah terdaftar dalam database Raspberry Pi. Raspberry Pi diprogram menggunakan software Kamailio sedangkan database menggunakan MySQL, sedangkan pada smartphone menggunakan aplikasi Zoiper. Pengujian yang dilakukan dengan variasi jarak antar router dan dua smartphone yang terhubung dengan metoda LOS dan NLOS. Saat smartphone sedang terhubung, parameter QoS diamati pada smartphone. Jarak efektif terbaik antara setiap smartphone terhadap router adalah 40 meter sehingga jarak antar smartphone menjadi 80 meter. Pada kondisi pengujian tersebut kualitas komunikasi tidak mengalami kendala atau berjalan dengan baik. Dari hasil yang diperoleh tersebut dilakukan penilaian persepsi atau subjektif yang disebut dengan MOS, dari 5 (lima) responden yang diinterview menyatakan VoIP yang dirancang telah bekerja dengan baik tanpa kendala dan merasa puas saat berkomunikasi.

Kata Kunci: VoIP, QoS, MOS, Raspberry Pi 4

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang begitu pesat pada saat ini memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap proses penyampaian informasi. Proses penyampaian informasi kini dilakukan dengan berbagai macam metode, baik dengan menggunakan metode penyampaian informasi secara langsung tanpa perantara seperti *Handy Talky* (HT) atau menggunakan perantara operator seperti sentral telepon untuk menyampaikan informasi. Sentral telepon merupakan tempat dimana data (informasi) yang dikirim oleh penelepon (*subscriber*) untuk disalurkan kepada *subscriber* lain diproses. Sentral telepon berperan sebagai tempat pemrosesan data, penyelenggara, penyambung serta pengontrol suatu komunikasi.

Sentral telepon terdiri dari komponen-komponen elektronik dan pada sistem yang lebih tua diperlukan operator manusia yang melakukan interkoneksi (*switching*) saluran telepon pelanggan atau sirkuit virtual sistem digital untuk menjalin suatu panggilan telepon antar pelanggan. *Raspberry Pi* adalah sebuah komputer papan tunggal atau juga disebut dengan SBC (*Single-Board Computer*) yang dapat digunakan sebagai sebuah sentral telepon dengan ukuran yang kecil (*portable*) serta memiliki kemampuan untuk manajemen panggilan dengan baik. Pemanfaatan *Raspberry Pi* sebagai sentral telepon bisa dilakukan dengan menerapkan prinsip kerja jaringan komputer.

VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) adalah teknologi pada jaringan komputer yang memanfaatkan jaringan *Internet Protocol* (IP) sebagai media transmisi data untuk berkomunikasi

secara *real time*. Teknologi VoIP mampu mengirimkan suara atau video melalui jaringan IP dengan kualitas yang cukup memadai (*acceptable*). Teknologi VoIP ini memberikan keuntungan komunikasi dengan biaya yang jelas lebih murah jika dibandingkan dengan biaya telepon tradisional, hal ini dikarenakan jaringan IP yang bersifat global. Selain itu VoIP juga bisa dipasang di sembarang *IP Address* dan sembarang *Ethernet*. Komunikasi VoIP memiliki manfaat sangat besar terutama penggunaan *bandwith* yang lebih efisien, penggunaan daya listrik sangat kecil serta yang paling utama adalah mampu menekan biaya telekomunikasi pada suatu perusahaan, kantor, sekolah dan lain sebagainya karena biaya yang dikeluarkan relatif murah baik dari biaya pengadaan atau pun biaya pengelolaan. Pada penelitian ini penulis akan menerapkan prinsip jaringan komputer dengan teknologi VoIP ke dalam sebuah *Raspberry Pi* yang nantinya akan berperan sebagai sebuah sentral telepon *portable*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Ada beberapa penelitian sejenis yang telah ada sebelumnya yang menjadi acuan serta bahan bagi penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

“Eko Budi Setiawan (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa *Quality of Services* (QoS) *Voice Over Internet Protocol* (VoIP) dengan *Protocol H.323* dan *Session Initial Protocol* (SIP)” dilakukan pengujian kualitas layanan yang dihasilkan dari VoIP dengan menggunakan protocol H.323 dan SIP menggunakan metode QoS dengan

parameter *delay*, *jitter*, *packet loss*, serta *Mean Opinion Score (MOS)*.”^[1]

“Husnul Khuluq, Makinun Amin, Mohamad hariyadi, Muhamad Afif Effindi (2015) dalam penelitiannya tahun yang berjudul “Implementasi VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) Server Berbasis *Raspberry Pi* Sebagai Media Komunikasi” dibahas tentang sebuah *prototype* layanan jaringan komunikasi VoIP *Server Raspberry Pi* dengan tujuan alat komunikasi *wireless* serta mengukur kinerja *server* layanan VoIP pada saat melakukan panggilan.”^[2]

“Harnan Malik Abdullah (2016) pada penelitiannya yang berjudul “Perancangan Jaringan *Voice Over IP (VoIP)* Berbasis *Raspberry Pi* Untuk Sistem Komunikasi *Area Remote*” dibahas mengenai perancangan suatu sistem komunikasi berbasis VoIP yang dimanfaatkan untuk komunikasi antar warga pada daerah minim infrastruktur dengan menggunakan *Raspberry Pi* dan Routerboard 433 dengan antena *eksternal*.”^[3]

“Menurut penelitian yang berjudul “Rancang Bangun *Server Video Chat* Dengan *Raspberry Pi* Sebagai *Access Point* Untuk Komunikasi Pekerja Di Kawasan Tanpa Sinyal” tahun 2019 oleh Bambang Eka Saputra W.P, M. Nanak Zakaria, Aad Hariyadi. Pada penelitian ini dibahas tentang suatu aplikasi komunikasi para pekerja VSAT (*Very Small Aperture Antenna*) untuk daerah *blank spot* kemudian dilakukan pengujian *coverage area outdoor* dan menguji *system server* dari *Raspberry Pi* serta menguji kualitas jaringan pada *server video chat*.”^[4]

2.2 Sentral Telepon

Sentral telepon merupakan tempat pemrosesan data-data (informasi) yang dikirimkan oleh penelepon (*subscriber*) untuk disalurkan kepada *subscriber* lain. Sentral telepon mempunyai peran penting dalam suatu komunikasi karena selain sebagai tempat pemrosesan informasi, sentral telepon juga berperan sebagai penyelenggara komunikasi. Ada 2 jenis sentral telepon yaitu, sentral telepon manual dan sentral telepon otomatis. Sentral telepon mempunyai 3 fungsi utama berdasarkan fungsi dari peralatannya yaitu, penyambung, kontrol dan *signaling*.

2.3 Voice Over Internet Protocol (VoIP)

Voice over Internet Protocol (VoIP) sering juga disebut internet telepon merupakan teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet. Prinsip kerjanya yaitu data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data, dan bukan lewat sirkuit analog telepon biasa, atau lebih sederhananya yaitu suara yang dikirim

melalui protokol internet. Bentuk paling sederhana dalam sistem VoIP adalah dua buah komputer terhubung dengan internet. Syarat-syarat dasar untuk mengadakan koneksi VoIP adalah komputer yang terhubung ke internet, mempunyai kartu suara yang dihubungkan dengan speaker dan mikrofon^[15].

2.4 IP Address

IP address didefinisikan sebagai alamat identifikasi unik yang dimiliki setiap komputer dan perangkat terhubung lainnya di dalam jaringan komputer, sebagai penanda dan alamat dari komputer atau perangkat terhubung bersangkutan. Unik memiliki arti bahwa setiap komputer dan perangkat terhubung lainnya memiliki alamat yang tidak boleh sama dalam satu jaringan komputer.

IP address terdiri dari deretan angka biner antara 32-bit sampai 128-bit yang dipakai sebagai alamat identifikasi untuk tiap komputer *host* dalam jaringan internet. Panjang angka ini adalah 32-bit (untuk IPv4 / IP versi 4), dan 128-bit (untuk Ipv6 / versi 6) yang menunjukkan alamat dari komputer tersebut pada jaringan internet berbasis TCP/IP^[9].

2.5 Session Initialization Protocol (SIP)

SIP merupakan protokol berbasis teks yang menggunakan *message*, serupa dengan protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) pada layanan berbasis web. *Session Initialization Protocol* tidak dapat berdiri sendiri tanpa adanya dua buah protokol lainnya, yaitu protokol RCP (*Real Time Transport protocol*) dan RTCP (*Real Time Transport Control Protocol*). Sehingga ketiga protokol ini sejatinya saling berkaitan satu sama lain. Terdapat tiga buah layanan yang diberikan oleh SIP yaitu, menyediakan sesi awal pembuatan koneksi pada jaringan komputer (*connection setup*), menyediakan sarana koneksi untuk keterhubungan ke dalam jaringan internet, serta menyediakan sejumlah fungsi untuk sesi manajemen di dalam jaringan komputer^[9].

2.6 Quality of Services (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS adalah *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*.

a. Throughput

Throughput adalah 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. *Throughput* ialah salah satu

parameter yang menunjukkan kinerja dari suatu sistem komunikasi data^[6].

Tabel 1 Kategori *Throughput*

Kategori	<i>Throughput</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

(Sumber : TIPHON)

Untuk menghitung nilai *throughput* menggunakan Persamaan 1:

$$Throughput = \frac{\text{Paket data diterima (byte)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \dots\dots\dots(1)$$

b. Delay

Delay didefinisikan sebagai lamanya waktu yang diperlukan oleh paket data untuk sampai ke tujuan, hal ini dikarenakan adanya antrian yang panjang, atau peengambilan rute yang lain untuk menghindari kemacetan. Waktu tunda sangat mempengaruhi kualitas layanan suara, karena pada dasarnya suara memiliki karakteristik *timing*. Urutan pengucapan tiap kata yang ditransmisikan harus sampai ke sisi penerima dengan urutan yang sama pula sehingga dapat terdengar dengan baik secara *real-time*. ITU (*International Telecommunication Union*) membagi karakteristik waktu tunda berdasarkan tingkat kenyamanan *user* ^[6].

Tabel 2 Kategori *Delay*

Kategori	<i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150-300	3
Sedang	300-450	2
Buruk	>450	1

(Sumber : TIPHON)

Untuk menghitung nilai *delay* menggunakan Persamaan 2:

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \dots\dots\dots(2)$$

c. Jitter

Jitter merupakan perbedaan selang waktu kedatangan antar paket di terminal tujuan. *jitter* dapat disebabkan oleh terjadinya kongesti,

kurangnya kapasitas jaringan, variasi ukuran paket, serta ketidakakuratan paket ^[6].

Tabel 3 Kategori *Jitter*

Kategori	<i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	1-75	3
Sedang	75-125	2
Buruk	126-225	1

(Sumber : TIPHON)

Untuk menghitung nilai *jitter* menggunakan Persamaan 3:

$$Jitter = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \dots\dots\dots(3)$$

d. Packet Loss

Packet Loss adalah jumlah paket IP yang hilang selama proses transmisi dari *source* menuju *destination*. Salah satu penyebab *packet loss* adalah antrian yang melebihi kapasitas *buffer* pada setiap *node* ^[6].

Tabel 4 Kategori Tingkat *Packet Loss*

Kategori	<i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0-3	4
Bagus	3-15	3
Sedang	15-25	2
Buruk	>25	1

Untuk menghitung nilai *packet loss* menggunakan Persamaan 4:

$$Packet Loss = \frac{\text{Total paket data yang dikirim} - \text{Total paket data yang diterima}}{\text{Total paket data yang dikirim}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

2.7 Mean Opinion Score (MOS)

Mean Opinion Score merupakan sistem penilaian yang berhubungan dengan kualitas suara yang di dengar pada ujung pesawat penerima. Standar penilaian MOS dikeluarkan oleh ITU-T pada tahun 1996. Tabel 5 adalah tabel yang menunjukkan skala penilaian MOS. MOS memberikan penilaian kualitas suara dengan skala 1 (satu) sampai 5 (lima), dimana satu mempresentasikan kualitas suara yang paling buruk dan lima mempresentasikan kualitas suara yang paling baik. Penilaian dengan menggunakan MOS

masih bersifat subjektif karena kualitas pendengaran dan pendapat berbeda-beda^[7].

Tabel 5 Skala Penilaian MOS

Kategori	Nilai	Indeks
Sangat Bagus	5	4
Bagus	4	3
Sedang	3	2
Cukup Baik	2	1
Buruk	1	0

(Sumber : TIPHON)

2.8 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah komputer papan tunggal (*Single-Board Computer*) atau SBC berukuran kartu kredit. *Raspberry Pi* telah dilengkapi dengan semua fungsi layaknya sebuah komputer lengkap, menggunakan SoC (*System-on-a-chip*) ARM yang dikemas dan diintegrasikan di atas PCB. Perangkat ini menggunakan kartu SD untuk booting dan penyimpanan jangka panjang.

Raspberry Pi 4 adalah generasi keempat dari *Raspberry Pi*, menggantikan *Raspberry Pi 2* dan *3 Model B* pada Mei 2020. *Raspberry Pi 4* memiliki bentuk yang identik dengan *Raspberry Pi 3* sebelumnya dan memiliki kompatibilitas lebih lengkap. Pada perangkat terbarunya ini *Raspberry Pi* menambahkan fitur *built-in wireless* dan *processor* yang lebih bertenaga yang belum pernah dimiliki pada versi sebelumnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

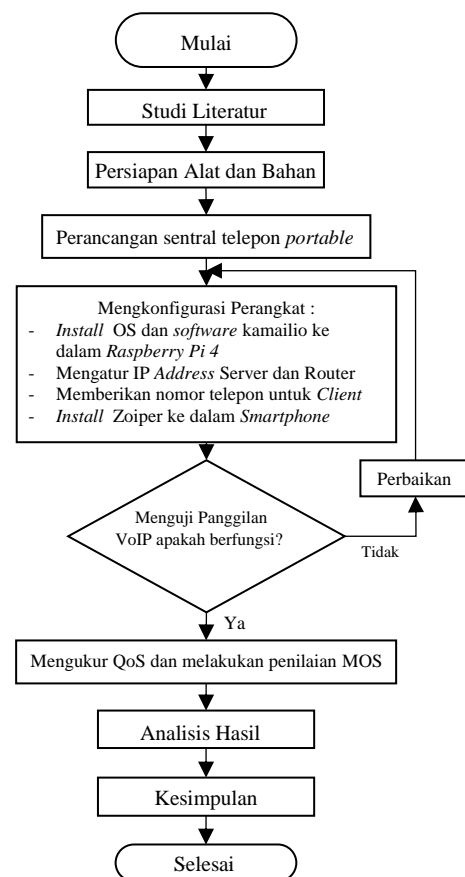
Waktu yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dimulai sejak tanggal 23 September 2020 hingga 5 Januari 2021 bertempat dan di Laboratorium Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

3.2 Tahapan Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini digunakan metode penelitian dan pengembangan atau R&D (*Research and Development*) yang dilakukan dalam 3 (tiga) tahapan yaitu perancangan, pengujian dan pengukuran.

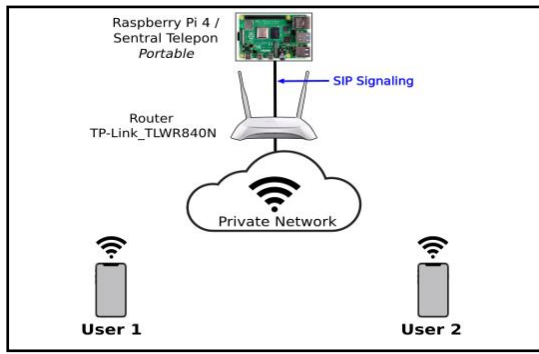
3.3 Langkah-langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini lebih jelasnya terpapar di dalam diagram alir berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

- **Studi Literatur**
Kegiatan ini dilakukan penulis untuk memperoleh berbagai macam materi sebagai acuan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang diangkat yang bersumber dari *Handbook*, *E-book*, jurnal serta *browsing* di internet.
- **Persiapan Alat dan Bahan**
Pada tahapan ini dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, adapun alat dan bahan yang digunakan terdiri dari perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).
 - Perangkat keras (*Hardware*): *Raspberry pi*, *Router*, *Handphone*, *Laptop*.
 - Perangkat lunak (*Software*): *Kamailio*, *Zoiper*.
- **Perancangan Sentral Telepon Portable**
Pada tahapan ini dilakukan perancangan sentral telepon *portable*, dimulai dari menentukan model sistem yang akan dibuat, model skenario panggilan, serta mengkonfigurasi perangkat dan alat-alat yang telah disiapkan



Gambar 2 Model Rancangan Sentral Telepon Portable

- **Konfigurasi Perangkat**
Pada tahapan ini dilakukan sejumlah kegiatan dimulai dari instal OS, *Software*, mengatur IP address, dan pemberian nomor telepon.
- **Pengujian**
Pengujian sentral telepon portable dimaksudkan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan apa yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan dengan skenario *Line of Sight* dan *Non Line of Sight*.
- **Pengukuran QoS dan Penilaian MOS**
Pada tahapan ini proses pengukuran QoS dilakukan saat proses pengujian dari sistem dengan percobaan panggilan dengan skenario panggilan yang telah ditentukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Pengukuran QoS Sentral Telepon Portable

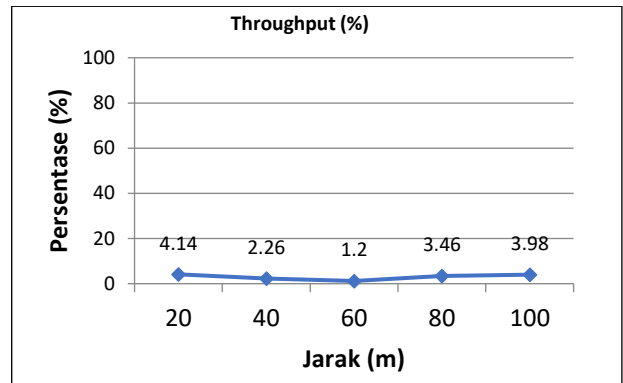
Pengukuran data QoS dilakukan dengan 2 (dua) skenario panggilan yaitu untuk kondisi LOS dan NLOS. Pengukuran dilakukan terhadap layanan komunikasi data *video call* dengan pengukuran dilakukan sebanyak satu kali pada setiap skenario panggilan dengan rentang waktu sekitar 60 detik.

- *Line of Sight* (LOS)

Setelah dilakukan pengukuran, berikut rekapitulasi hasil nilai QoS yang diperoleh berdasarkan parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Jitter*, dan *Delay*.

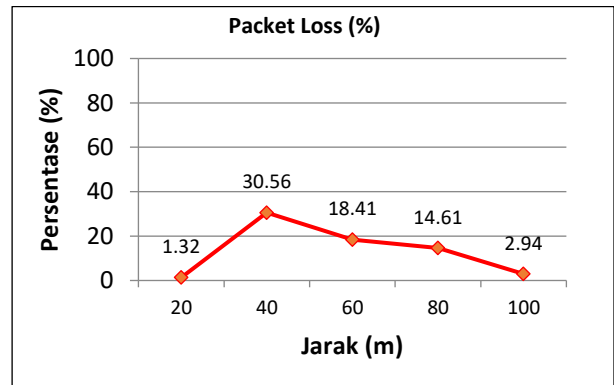
Tabel 6 Rekapitulasi Hasil QoS Pada Skenario Panggilan LOS Pertama

Jarak	Throughput (%)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)
20	4,14	1,32	3	147,10
40	2,26	30,56	11	354,64
60	1,2	18,41	34	516,35
80	3,46	14,61	104	4361,29
100	3,98	2,94	46	2219,31



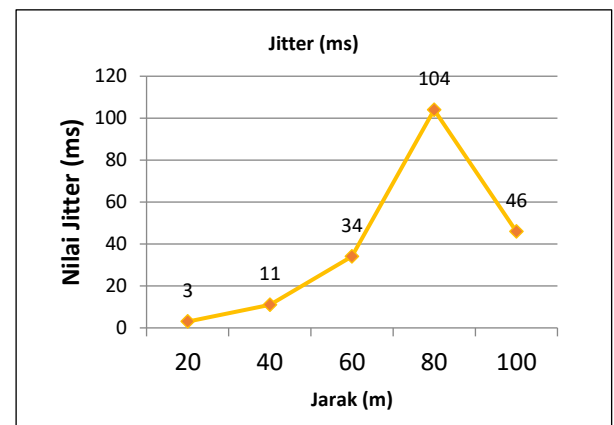
Gambar 3 Grafik *Throughput* Skenario Panggilan LOS Pertama

Gambar 3 merupakan grafik *throughput* skenario panggilan LOS pertama. Nilai *throughput* terbaik yang diperoleh yaitu pada jarak 20 meter dengan nilai 4,14%.



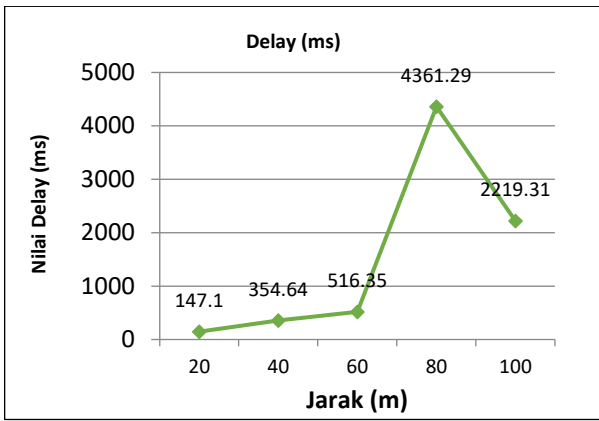
Gambar 4 Grafik *Packet Loss* Skenario Panggilan LOS Pertama

Gambar 4 merupakan grafik *packet loss* skenario panggilan LOS pertama. Nilai *packet loss* terbaik yang diperoleh yaitu pada jarak 20 meter dengan nilai 1,32%.



Gambar 5 Grafik *Jitter* Skenario Panggilan LOS Pertama

Gambar 5 merupakan grafik *jitter* skenario panggilan LOS pertama. Nilai *packet loss* terbaik yang diperoleh yaitu pada jarak 20 meter dengan nilai 3 ms.

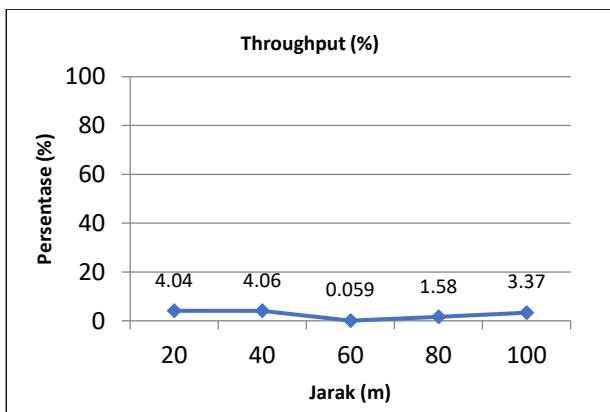


Gambar 6 Grafik *Delay* Skenario Panggilan LOS Pertama

Gambar 6 merupakan grafik *packet loss* skenario panggilan LOS pertama. Nilai *delay* terbaik yang diperoleh yaitu pada jarak 20 meter dengan nilai 147,1 ms.

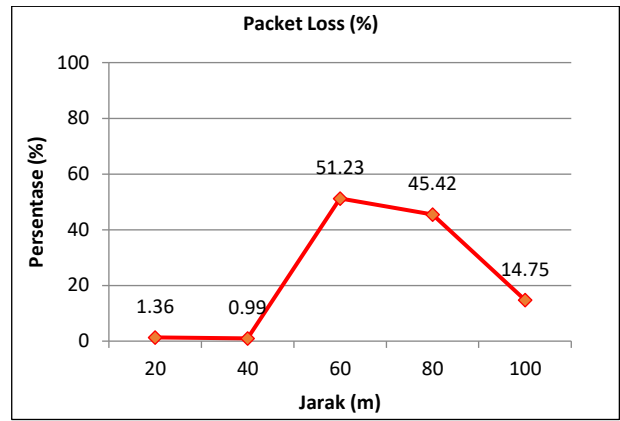
Tabel 7 Hasil Pengukuran QoS Pada Skenario Panggilan LOS Kedua

Jarak	Throughput (%)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)
20	4,04	1,36	3	147,10
40	4,06	0,99	9	442,86
60	0,059	51,23	190	1447,12
80	1,58	45,42	159	3060,75
100	3,37	14,75	96	3921,84



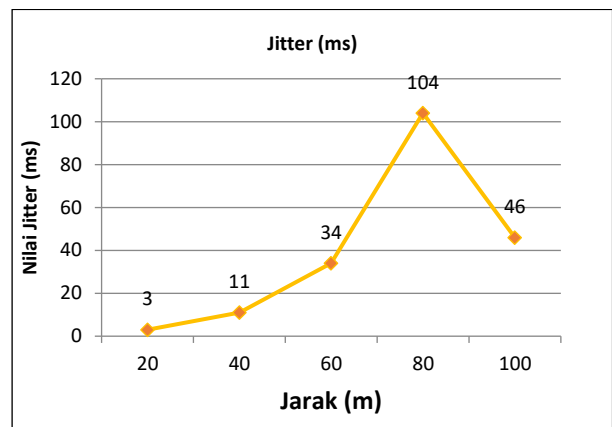
Gambar 7 Grafik *Throughput* Skenario Panggilan LOS Kedua

Gambar 7 merupakan grafik *throughput* skenario panggilan LOS kedua. Nilai *throughput* terbaik yang diperoleh yaitu pada jarak 40 meter dengan nilai 4,06%.



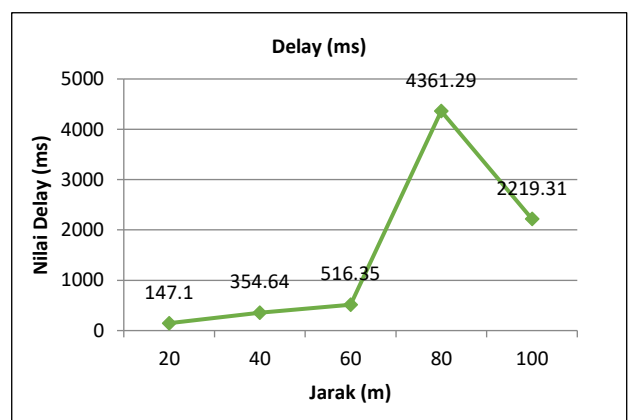
Gambar 8 Grafik *Packet Loss* Skenario Panggilan LOS Kedua

Gambar 8 merupakan grafik *packet loss* skenario panggilan LOS kedua. Nilai *packet loss* terbaik yang diperoleh yaitu pada jarak 40 meter dengan nilai 0,99%.



Gambar 9 Grafik *Jitter* Skenario Panggilan LOS Kedua

Gambar 9 merupakan grafik *jitter* skenario panggilan LOS kedua. Nilai *jitter* terbaik yang diperoleh yaitu pada jarak 20 meter dengan nilai 3 ms.



Gambar 10 Grafik *Delay* Skenario Panggilan LOS Kedua

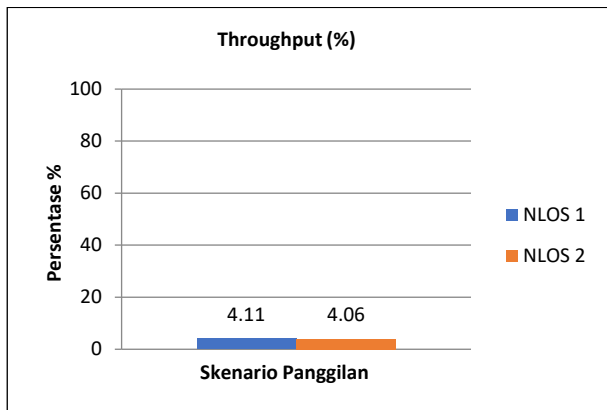
Gambar 10 merupakan grafik *delay* skenario panggilan LOS kedua. Nilai *delay* terbaik yang

diperoleh yaitu pada jarak 20 meter dengan nilai 147,1 ms.

- *Non Line of Sight* (NLOS)

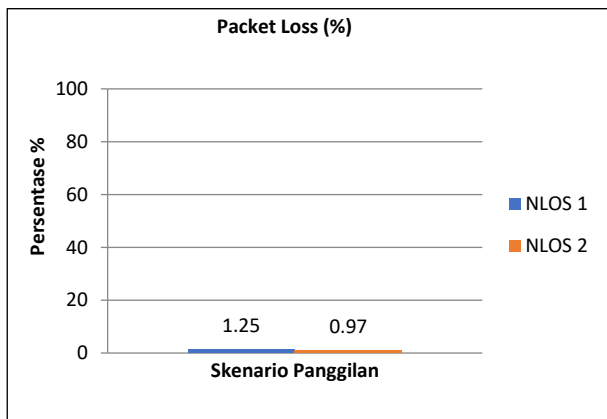
Tabel 8 Hasil Pengukuran QoS Pada Skenario Panggilan NLOS

Skenario	Throughput (%)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)
NLOS 1	4,11	1,25	8	398,59
NLOS 2	4,06	0,97	9	442,60



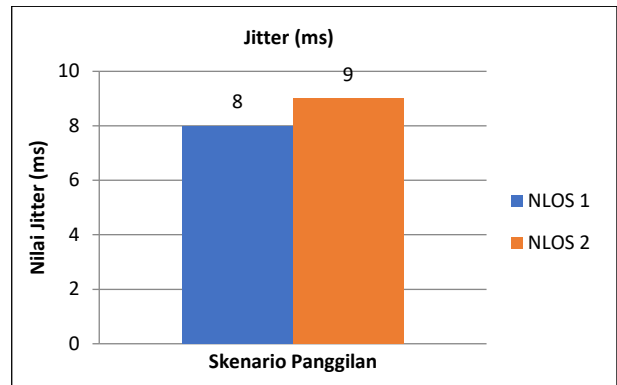
Gambar 11 Grafik *Throughput* Skenario Panggilan NLOS

Gambar 11 merupakan grafik *throughput* skenario panggilan LOS. Nilai *throughput* terbaik yang diperoleh yaitu pada skenario NLOS 1 dengan nilai 4,11%.



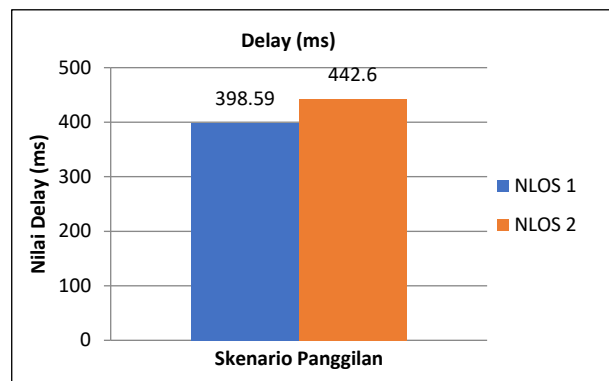
Gambar 12 Grafik *Packet Loss* Skenario Panggilan NLOS

Gambar 12 merupakan grafik *packet loss* skenario panggilan LOS. Nilai *packet loss* terbaik yang diperoleh yaitu pada skenario NLOS 2 dengan nilai 0,97%.



Gambar 13 Grafik *Jitter* Skenario Panggilan NLOS

Gambar 13 merupakan grafik *jitter* skenario panggilan LOS. Nilai *jitter* terbaik yang diperoleh yaitu pada skenario NLOS 1 dengan nilai 8 ms.



Gambar 14 Grafik *Delay* Skenario Panggilan NLOS

Gambar 14 merupakan grafik *delay* skenario panggilan LOS. Nilai *delay* terbaik yang diperoleh yaitu pada skenario NLOS 1 dengan nilai 398,59 ms.

4.2 Penilaian MOS Pada Sentral Telepon *Portable*

Tabel 9 Penilaian MOS Berdasarkan 5 Koresponden

NO	LOS 1					LOS 2					NLOS 1	NLOS 2
	20 meter	40 meter	60 meter	80 meter	100 meter	20 meter	40 meter	60 meter	80 meter	100 meter		
1	5	4	3	2	1	4	4	3	2	1	5	5
2	4	3	2	2	1	5	3	3	3	1	4	5
3	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4
4	5	4	3	2	1	4	3	3	2	1	5	5
5	4	4	3	1	1	4	3	2	2	1	5	5
Mean	4,6	3,8	2,8	1,8	1	4,4	3,4	2,8	2,2	1	4,8	4,8

Dapat dilihat bahwa nilai MOS pada percobaan ini memiliki perbedaan yang cukup signifikan dimana perbedaan nampak dengan jelas terjadi pada skenario panggilan LOS. Dari nilai rata-rata LOS yang diperoleh diatas dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak panggilan maka suara akan semakin mengecil.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian, pengukuran, dan analisa hasil dari sistem yang telah dibangun maka dapat disimpulkan bahwa:

- Dari hasil pengujian dan pengukuran QoS dari beberapa parameter pada kondisi LOS, maka nilai terbaik yang diperoleh adalah pada skenario LOS 1 jarak 20 meter, dengan nilai throughput sebesar 83 kbps atau sebesar 4,14% dari besarnya *bandwith*, nilai *packet loss* sebesar 1,32%, nilai *jitter* sebesar 3 ms, dan nilai *delay* sebesar 147,10 ms.
- Dari hasil pengujian dan pengukuran QoS dari beberapa parameter pada kondisi NLOS, maka nilai terbaik yang diperoleh adalah pada skenario NLOS 1 dengan nilai throughput sebesar 83 kbps atau sebesar 4,11% dari besarnya *bandwith*, nilai *packet loss* sebesar 1,25%, nilai *jitter* sebesar 8 ms, dan nilai *delay* sebesar 398,59 ms.
- Dari hasil penilaian MOS dari 5 responden dapat menyatakan bahwa nilai terbaik adalah pada kondisi NLOS dengan rata-rata nilai 4,8.
- Dari hasil pengujian dan pengukuran QoS serta penilaian MOS yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sentral telepon *portable* yang telah dibangun dapat bekerja dengan baik dan efisien digunakan dalam rentang jarak hingga 40 meter.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan perbaikan dimasa mendatang maka penulis memberikan beberapa saran untuk penulisan ini, yaitu:

1. Menambahkan beberapa *Access Point* untuk memperluas jangkauan dari jaringan sentral telepon *portable*.
2. Menambahkan perangkat PC sebagai salah satu client dan melakukan pengujian kualitas layanan panggilan dengan menggunakan aplikasi *network analyzer* yang mempunyai fitur lengkap seperti *Wireshark*.
3. Melakukan percobaan dengan panggilan sebanyak mungkin secara bersamaan oleh

beberapa *user*, hal ini untuk mengetahui kapasitas dari sentral telepon dalam mengelola dan manajemen panggilan.

4. Menambahkan VPN untuk keamanan data dan jaringan.
5. Melakukan percobaan panggilan dengan beberapa jenis *Operating System* pada perangkat *client*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asadi Aaron. 2015. *Raspberry Pi The Complete Manual*. London. Canary Wharf.
- [2] Bambang Eka saputra, M. Nanak Zakaria, Aad Hariyadi. 2019. *Rancang Bangun Server Video Chat Dengan Raspberry Pi Sebagai Access Point Untuk Komunikasi Pekerja Dikawasan Tanpa Sinyal*. Malang. Politeknik Negeri Malang.
- [3] Denny Achmad Aoki, Muhammad Afif Effendi, Mohamad Hariyadi, Erwin Choirul Anif. 2014. *Voice Over Internet Protocol (VOIP) Pada Jaringan Wireless Berbasis Raspberry Pi*. Gresik. Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknik Qomaruddin Gresik Indonesia.
- [4] Desy Damasari Nazilah, M. Nanak Zakaria, Aisah. 2017. *Perencanaan dan Implementasi Protokol Video Conference Pada Keluarga Narapidana Penghuni Lembaga Pemasarakatan Menggunakan Smartphone*. Malang. Politeknik Negeri Malang.
- [5] Edo Satrio Permadi. 2015. *Rancang Bangun Jaringan Komunikasi VoIP Server Portable Menggunakan Raspberry Pi*. Malang. Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Kota Malang.
- [6] Eko Budi Setiawan. 2012. *Analisa Quality of Services (QoS) Voice Over Internet Protocol (VoIP) Dengan Protokol H.323 Dan Protokol Session Initial Protocol (SIP)*. Bandung. Program Studi Teknik Informatika Unikom.
- [7] Harnan Malik Abdullah. 2016. *Perancangan Jaringan Voice Over IP (VoIP) Berbasis Raspberry Pi Untuk Sistem Komunikasi Area Remote*. Malang: Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Kota Malang.
- [8] Hudaya, Gita Indah Hapsari, Giva Andriana Mutiara. 2015. *Implementasi Live Audio Streaming Menggunakan Raspberry Pi*. Bandung. Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom Bandung, Indonesia.
- [9] I Putu Agus Eka Pratama (Ed). 2015. *Handbook Jaringan Komputer*. Bandung. Informatika Bandung.
- [10] Khuluq, Husnul.; Amin, Makinun.; Hariyadi, Mohamad.; dan Afif Effendi, Muhamad.

2016. *Implementasi VoIP (Voice Over Internet Protocol) Server berbasis Raspberry Pi Sebagai media Komunikasi*. Gresik. Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknik Qomaruddin Gresik Indonesia.
- [11] Meicsy E. I. Najoan. *Implementasi Sentral Komunikasi Telepon Internet Berbasis Sip Jaringan Kampus Unsrat*. Manado. Universitas Sam Ratulangi.
- [12] Onno W Purbo, Anton Raharja. 2010. *VoIP Cookbook: Building your own Telecommunication Infrastructure*. Jakarta. Internet Society Innovation Fund (ISIF).
- [13] Onno W Purbo. 2013. *Bongkar Rahasia openBTS untuk Jaringan Operator Seluler*. Yogyakarta. CV Andi Offset.
- [14] Sritrusta Sukaridhoto (Ed). 2014. *Buku Jaringan Komputer I*. Surabaya. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [15] Tabratas Tharom (Ed). 2002. *Buku Pintar Internet Teknis dan Bisnis VoIP*. Jakarta. PT Elex Media Komputindo.

BIOGRAFI



M. Agil Fahmi, lahir di Kota Baru, 20 April 1997. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 1 Tanah Pinoh pada tahun 2003 hingga 2009, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Tanah Pinoh pada tahun 2009 hingga tahun 2012,

kemudian melanjutkan ke SMA Negeri 1 Tanah Pinoh pada tahun 2012 hingga tahun 2015, kemudian melanjutkan ke perguruan tinggi pada tahun 2015 di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura pontianak, hingga memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi Teknik Elektro pada tahun 2021.

ABSTRACT

Abstract-*The application of VoIP technology in voice communication provides broad benefits for a community that uses the telephone, because communication activities are no longer charged for talking. VoIP technology that was built using the Raspberry Pi as a computer that functions to manage communication activities and store registered telephone number data and a router as an access point for devices that have been registered in the Raspberry Pi database. Raspberry Pi is programmed using Kamailio software while the database uses MySQL, while on the smartphone it uses the Zoiper application. Tests carried out with variations in the distance between the two smartphone routers connected with the LOS and NLOS methods. When the smartphone is connected, the QoS parameter is observed on the smartphone. The best effective distance between each smartphone and the router is 40 meters so that the distance between the smartphones is 80 meters. In these test conditions the quality of communication does not experience problems or is running well. From the results obtained, a perceptual or subjective assessment called MOS was carried out. Out of 5 (five) respondents interviewed stated that the VoIP that was designed had worked well without obstacles and felt satisfied when communicating.*

Keywords: VoIP, QoS, MOS, Raspberry Pi 4



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telp. (0561) 740186 Faximile (0561) 740186
Email: ft@untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN JURNAL


Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan jurnal yang berjudul “ **RANCANG BANGUN SENTRAL TELEPON *PORTABLE* BERBASIS VOIP (*VOICE OVER INTERNET PROTOCL*) MENGGUNAKAN *RASPBERRY PI 4*** ” yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Nama : M. Agil Fahmi
NIM : D1021151050
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

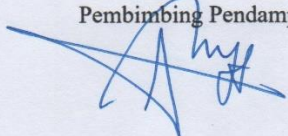
Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan jurnalnya.

Pontianak, 27 Januari 2021

Pembimbing Utama,


Ir. H. Fitri Imansyah, ST, MT, IPU, ASEAN Eng,
ACPE
NIP. 196912271997021001

Pembimbing Pendamping,


Jannus Marpaung, ST, MT, IPM
NIP. 197307211997021001