



Implementasi Media Voice Over Internet Protocol (VOIP) Pada Area Remote Berbasis Raspberry PI

Andri Fahmi^{1*}, Ari Putra¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

Email: ^{1*}dosen02816@unpam.ac.id, ²dosen02815@unpam.ac.id

Abstrak—Perkembangan teknologi khususnya teknologi informasi, dalam hal ini teknologi transformasi data juga telah demikian pesatnya, sehingga dapat memberikan kontribusi yang sangat berarti terhadap pelaksanaan aktivitas manusia untuk berkomunikasi dari segala penjuru dunia. Berkembangnya teknologi transformasi data yang diiringi dengan perkembangan teknologi komputer baik software dan hardware telah berhasil mewujudkan suatu bentuk jaringan komputer terpadu yang bersifat global, dimana teknologi transformasi data membawa perubahan yang sangat mendasar bagi dunia telekomunikasi, karena saat ini komunikasi suara dianggap komunikasi yang paling praktis. Infrastruktur telekomunikasi dibangun di seluruh negeri untuk melayani kebutuhan komunikasi tersebut. Namun permasalahan yang terjadi saat ini yang berkaitan dengan telekomunikasi adalah biaya telekomunikasi yang mahal serta area layanan yang ada, masih belum bisa menjangkau seluruh wilayah, terutama daerah-daerah terpencil (area remote). Peranan handie talkie sangat membantu untuk memenuhi kebutuhan komunikasi pada wilayah yang tidak terdapat layanan telekomunikasi (area remote), namun dalam perkembangannya handie talkie hanya mampu melakukan komunikasi dua arah dengan sistem half-duplex dan masalah berikutnya adalah tidak semua orang memiliki handie talkie untuk saling melakukan komunikasi.

Kata Kunci: Jaringan Komunikasi, Voice over Internet Protocol, Raspberry Pi, Rasbian, Remote Area.

Abstract—The development of data transformation technology, accompanied by the development of computer technology, both software and hardware, has succeeded in creating a form of integrated computer network of a global nature, where the transformation of data technology brings a fundamental change to the world of telecommunications, because today voice communication is considered the most practical communication. Telecommunications infrastructure is being built across the country to serve such communications needs. But the current problem with telecommunications is that the expensive telecoms costs as well as the areas of service that exist, still cannot reach the entire territory, especially the remote areas. (area remote). Handie talkie's role is very helpful in meeting communication needs in areas where there is no remote service, but in its development handie talkies are only able to communicate in two directions with half-duplex systems and the next problem is that not everyone has handy talkie for each other's communication. The focus of the problem in this study is the high cost and limited coverage of telecommunications services, especially in remote areas. By designing a Raspberry Pi-based VoIP communication system, using smartphones as user devices, the research aims to overcome such constraints. Expected results include efficient telecommunications costs, improved service coverage in remote areas, increased flexibility and accessibility of communications through the use of smartphones, and contributing to general knowledge about VoIP implementation by producing journals that can improve understanding of this communication technology.

Keywords: Networking; Voice over Internet Protocol; Raspberry Pi; Rasbian; Remote Area

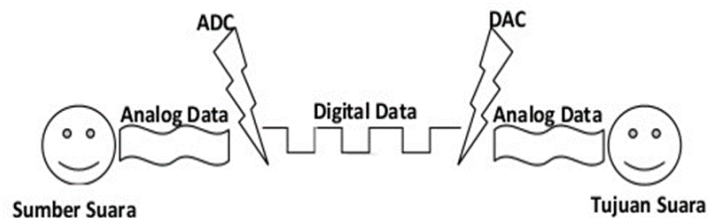
1. PENDAHULUAN

Seiring pesatnya perkembangan jumlah komputer yang saling terhubung dengan lainnya dan yang biasa disebut dengan jaringan komputer. Maka teknologi ini memungkinkan untuk dapat saling bertukar informasi dan data, bahkan dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi berupa gambar atau video (Aditya, 2015). Perkembangan jaringan komputer yang semakin pesat memungkinkan untuk melewati trafik suara melalui jaringan komputer atau biasa yang disebut Voice over Internet Protocol (Triwanto, 2014). Meskipun perkembangan jaringan komputer telah memungkinkan pertukaran informasi dan komunikasi yang efisien, masih terdapat kelemahan dalam pemahaman tentang Voice over Internet Protocol (VoIP). Banyak orang mungkin belum sepenuhnya memahami potensi VoIP sebagai teknologi yang memungkinkan pengiriman data suara, video, dan informasi dalam bentuk paket secara real-time melalui jaringan internet. Sebagian besar masyarakat mungkin belum menyadari bahwa VoIP dapat memberikan alternatif komunikasi yang lebih ekonomis dan fleksibel, memanfaatkan infrastruktur internet yang sudah ada. Oleh karena itu, perlu

peningkatan pemahaman dan kesadaran terkait teknologi VoIP guna memaksimalkan manfaatnya dalam berkomunikasi.

Voice over Internet Protocol adalah teknologi yang mampu mengirimkan data suara, video, dan data yang berbentuk paket secara realtime dengan jaringan yang menggunakan Internet Protocol (Rini, 2017). Voice over Internet Protocol adalah teknologi yang mampu mengirimkan trafik suara, video dan data yang berbentuk paket secara real-time dengan jaringan internet protocol. VoIP memanfaatkan infrastruktur internet yang sudah ada untuk berkomunikasi seperti layaknya menggunakan telepon biasa dan tidak dikenakan biaya telepon biasa untuk berkomunikasi dengan pengguna VoIP lainnya dimana saja dan kapan saja. Teknik dasar Voice over Internet Protocol atau yang biasa dikenal dengan sebutan VoIP adalah teknologi yang jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda beda. (Timoryansyah, 2015).

VOIP sendiri dilewatkan pada jaringan internet bukan pada jaringan PSTN. PSTN adalah Public Switched Telephone Network. Jaringan PSTN ini menggunakan jaringan infrastruktur telepon yang diselenggarakan oleh telecom. VOIP merupakan teknologi komunikasi yang sedang berkembang saat ini. Banyak layanan aplikasi VOIP digunakan berkomunikasi secara gratis melalui komputer atau melakukan panggilan murah dari komputer ke komputer. Ada satu sistem yang memungkinkan kita untuk bertelepon gratis dengan siapa saja diseluruh dunia, contohnya Skype. Selain itu dapat difungsikan sebagai messenger, media konferensi, atau alat untuk berkirim file. Tetapi banyak kendala dalam menjalankan layanan aplikasi VOIP gratis seperti ini, karena banyak pengguna yang akses. VOIP berkembang karena adanya persaingan yang bebas dan dukungan pemerintah, setidaknya inilah yang terjadi di Amerika. Monopoli perusahaan besar dihindari dan pengawasan ketat pada persaingan yang sehat. Alasan mengapa VOIP lebih menguntungkan dibandingkan dengan PSTN adalah bila kita menggunakan VOIP, kita tidak dikenakan biaya rekening telepon, satu link dapat digunakan sebagai data dan voice, lebih ekonomis dan hemat waktu. Prinsip kerja VoIP adalah mengubah suara analog yang didapatkan dari speaker pada Komputer menjadi paket data digital, kemudian dari PC diteruskan melalui hub / Router / ADSL Modem dikirimkan melalui jaringan internet dan akan diterima oleh tempat tujuan melalui media yang sama. Atau bisa juga melalui media telepon diteruskan ke phone adapter yang disambungkan ke internet dan bisa diterima oleh telepon tujuan. Untuk Pengiriman sebuah sinyal ke remote destination dapat dilakukan secara digital yaitu sebelum dikirim data yang berupa sinyal analog diubah ke bentuk data digital dengan ADC (Analog to Digital Converter), kemudian ditransmisikan, dan di penerima dipulihkan kembali menjadi data analog dengan DAC (Digital to Analog Converter). Begitu juga dengan VoIP, digitalisasi voice dalam bentuk packets data, dikirimkan dan di pulihkan kembali dalam bentuk voice di penerima. Format digital lebih mudah dikendalikan, dalam hal ini dapat dikompresi, dan dapat diubah ke format yang lebih baik dan data digital lebih tahan terhadap noise daripada analog. Berikut adalah gambaran cara kerja VoIP:



Gambar 1. Cara Kerja VoIP

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 sound card yang dihubungkan dengan speaker dan mikropon. Dengan dukungan software khusus, kedua pemakai komputer bisa saling terhubung dalam koneksi VoIP satu sama lain. Bentuk hubungan tersebut bisa dalam bentuk pertukaran file, suara, gambar. Penekanan utama dalam VoIP adalah hubungan keduanya dalam bentuk suara.

Kelebihannya efisien terhadap bandwidth, efisien terhadap biaya pengelolaan. Salah satu komponen yang digunakan dalam pembuatan VoIP ini adalah IPPBX (Internet Protocol Private Branch Exchange), yang berfungsi untuk penyambung, pengendali, dan pemutus hubungan telepon. Namun dalam penerapannya, pembuatan VoIP juga harus memperhatikan kinerja dari layanan VoIP



yang diberikan menggunakan QoS (Quality of Service). Quality of Service (QoS) adalah deskripsi atau pengukuran kinerja keseluruhan layanan, seperti telepon atau jaringan komputer atau layanan cloud computing, khususnya kinerja yang dilihat oleh pengguna jaringan. Untuk mengukur kualitas layanan secara kuantitatif, beberapa aspek terkait dari layanan jaringan sering dipertimbangkan, seperti packet loss, bit rate, throughput, transmission delay, availability, jitter dan lain-lain.

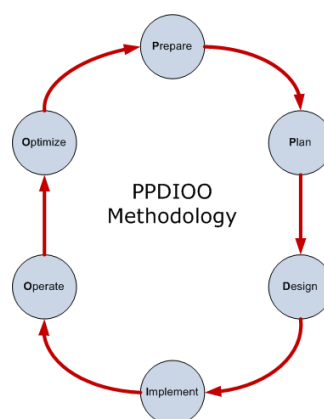
Di bidang jaringan komputer dan jaringan telekomunikasi packet-switched lainnya, kualitas layanan mengacu pada prioritas lalu lintas dan mekanisme kontrol reservasi sumber daya daripada kualitas layanan yang dicapai. Kualitas layanan adalah kemampuan untuk memberikan prioritas yang berbeda ke berbagai aplikasi, pengguna, atau aliran data, atau untuk menjamin tingkat kinerja tertentu terhadap aliran data. Misalnya, bit rate yang diperlukan, delay, delay variation, packet loss atau bit error rates dapat dijamin. Kualitas layanan penting untuk aplikasi multimedia streaming real-time seperti Voice over Internet Protocol, Multiplayer online game dan IPTV, karena ini seringkali memerlukan bit rate yang tetap dan sensitif terhadap delay. Kualitas layanan sangat penting dalam jaringan di mana kapasitasnya adalah sumber daya yang terbatas, misalnya dalam komunikasi data seluler.

Kualitas layanan sangat penting untuk pengangkutan lalu lintas dengan persyaratan khusus. Secara khusus, pengembang telah memperkenalkan teknologi Voice over Internet Protocol untuk memungkinkan jaringan komputer menjadi sama bermanfaatnya dengan jaringan telepon untuk percakapan audio, serta mendukung aplikasi baru dengan persyaratan kinerja jaringan yang lebih ketat. Masalah yang banyak dihadapi saat ini adalah pada area layanan telepon yang masih belum menjangkau seluruh wilayah terutama daerah-daerah terpencil (area remote). Peranan handie talkie yang sangat penting namun tidak semua kalangan mempunyai alat tersebut. Disisi lain teknologi single board computer semakin berkembang baik dalam arsitektur prosesnya, ukurannya, kecepatan mengolah datanya dan jenisnya semakin banyak. Sistem operasi yang digunakan pun bersifat opensource yang dapat digunakan oleh semua pihak dan sistem operasi khusus yang dapat digunakan oleh pihak industri tertentu saja. Sebagai contoh beberapa single board computer seperti Raspberry Pi, Banana Pi, dan lain-lain.

Karena hal tersebutlah maka pada penelitian ini akan merancang sebuah sistem telekomunikasi VoIP menggunakan Raspberry Pi sebagai alternatif server, dengan penggunaan VoIP server menggunakan Raspberry Pi diharapkan bisa bermanfaat untuk komunikasi masyarakat terutama di area yang minim infrastruktur telekomunikasi.

2. METODE

Pada implementasi penelitian ini akan menggunakan metode PPDIOO, secara garis besar metode PPDIOO disusun oleh enam tahap yang berkaitan erat yaitu sebagai berikut: Prepare, Plan, Design, Operate, dan Optimize (Wilkins, 2012), yang merupakan metode perancangan jaringan dari Cisco sebagai suatu siklus hidup pada layanan jaringan dalam mendukung pengembangan jaringan komputer. Pemodelan pengembangan sistem teknik PPDIOO meliputi aktifitas-aktifitas seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Metode PPDIOO



Tahapan metode PPDIOO dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Prepare

Pada tahap ini, persiapan dilakukan untuk segala sesuatu yang diperlukan dalam implementasi media Voice over Internet Protocol (VoIP) pada area remote berbasis Raspberry Pi. Ini mencakup kebutuhan jaringan awal, analisis awal pemanggilan hingga konfigurasi, sesuai dengan alur dalam flowchart diagram yang menjelaskan proses penelitian ini. Selama analisis kebutuhan, kegiatan dilakukan untuk mempelajari interaksi kebutuhan sistem yang melibatkan perangkat lunak, perangkat keras, dan data serta informasi terkait. Kegiatan ini menggambarkan suatu sistem pada model yang dapat mengidentifikasi seluruh aspek yang terlibat sehingga siap untuk dioperasikan. Dalam analisis kebutuhan ini, berhasil diidentifikasi beberapa perangkat yang diperlukan dalam penelitian. Sebagai langkah awal dalam implementasi VoIP di wilayah terpencil, persiapan juga melibatkan identifikasi kebutuhan komunikasi di wilayah tersebut, evaluasi infrastruktur telekomunikasi yang ada, dan penentuan sumber daya yang diperlukan, termasuk perangkat Raspberry Pi dan smartphone. Pada tahap ini, dilakukan persiapan untuk segala sesuatu yang diperlukan. Mulai dari kebutuhan jaringan awal untuk melakukan analisis awal pemanggilan hingga konfigurasi. Hal ini sesuai dengan alur dalam flowchart diagram yang menjelaskan proses penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan analisa kebutuhan yang merupakan suatu kegiatan untuk mempelajari interaksi kebutuhan sistem yang terdiri perangkat lunak, perangkat keras, dan data serta informasi yang terkait. Kegiatan ini menggambarkan suatu sistem pada model yang dapat mengidentifikasi seluruh aspek yang terlibat dalam sistem tersebut sehingga siap untuk dioperasikan. Dalam analisa kebutuhan ini didapatkan beberapa perangkat yang diperlukan dalam penelitian,

2. Plan

Dalam tahap perencanaan, strategi implementasi VoIP diformulasikan. Ini melibatkan perancangan jaringan komunikasi yang mempertimbangkan topologi, penentuan hardware dan software yang akan digunakan dalam penelitian ini, serta penentuan skenario yang menggambarkan proses penelitian.

Perangkat lunak atau software merupakan salah satu hal yang terpenting dalam mendukung kinerja sebuah sistem. Perangkat lunak adalah sebuah sistem berisi perintah-perintah yang diberikan kepada perangkat keras agar saling berinteraksi diantara keduanya. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini berupa mumble server (murmur) yang akan terinstall pada perangkat raspberry pi dan softphone yang akan terinstall pada perangkat laptop dan android. Softphone merupakan telepon berbentuk software yang berfungsi layaknya telepon pada umumnya, yaitu untuk melakukan panggilan dan menerima panggilan. Softphone mumble client yang akan terinstall pada perangkat laptop dan softphone plumble free yang akan terinstall pada perangkat smartphone.

Perangkat keras atau hardware merupakan salah satu hal yang penting karena perangkat keras digunakan sebagai penunjang untuk menjalankan media komunikasi voice over internet protocol. Berikut beberapa analisa perangkat keras yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Server Raspberry Pi, Laptop, Android, *Access Point*/Antena Pemancar.

3. Design

Pada tahap ini, dilakukan perancangan desain topologi jaringan yang merinci proses panggilan dalam proyek ini. Proses tersebut melibatkan langkah-langkah konfigurasi yang cermat pada setiap perangkat yang terlibat dalam sistem. Dalam desain sistem Voice over Internet Protocol (VoIP) berbasis Raspberry Pi, tidak hanya dilakukan konfigurasi perangkat keras, tetapi juga perangkat lunak, yang mencakup pengaturan khusus pada Raspberry Pi sebagai server VoIP. Rinciannya mencakup bagaimana Raspberry Pi akan berinteraksi dengan smartphone, yang bertindak sebagai perangkat pengguna, sehingga sesuai dengan kebutuhan komunikasi di area remote yang menjadi fokus proyek ini. Dengan demikian, tahap desain tidak hanya mempertimbangkan struktur jaringan, tetapi juga konfigurasi perangkat keras dan lunak secara holistik guna memastikan kesesuaian dan optimalitas dalam pelaksanaan proyek.



4. Implement

Tahap implementasi memerlukan penerapan desain yang telah disusun sebelumnya dengan menggunakan perangkat keras yang telah disiapkan sebelumnya. Dalam rangka mengeksekusi desain tersebut, tahap implementasi melibatkan serangkaian langkah seperti pemasangan dan konfigurasi perangkat keras, khususnya Raspberry Pi, serta penerapan perangkat lunak VoIP yang telah dipilih untuk proyek ini. Proses ini mencakup pengaturan jaringan dan integrasi dengan perangkat smartphone secara sistematis, dan seluruhnya diawasi secara cermat untuk memastikan bahwa setiap langkah yang diambil sesuai dengan rencana perancangan yang telah disusun sebelumnya. Dengan demikian, tahap implementasi tidak hanya menuntut keterampilan teknis dalam pemasangan perangkat keras dan lunak, tetapi juga menekankan pada aspek koordinasi yang teliti untuk memastikan kesesuaian dan keberlanjutan dengan visi proyek secara keseluruhan.

5. Operate

Setelah melaksanakan implementasi perangkat dalam topologi jaringan yang telah dirancang, langkah selanjutnya adalah memasuki tahap pengoperasian, di mana dilakukan pemantauan terhadap konfigurasi sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Tahap operasi ini melibatkan keberlanjutan dari sistem Voice over Internet Protocol (VoIP) di area remote setelah implementasi. Dalam konteks ini, operasional sistem VoIP dijalankan dan dipelihara dengan melakukan pemantauan kinerja secara terus-menerus. Dukungan teknis juga disediakan untuk memastikan kelancaran operasional serta mengatasi potensi masalah yang mungkin muncul selama proses pengoperasian. Dengan demikian, tahap operasi tidak hanya menekankan pada pemeliharaan rutin, tetapi juga pada pemantauan proaktif yang bertujuan untuk memastikan konsistensi dengan desain awal dan mengoptimalkan kinerja sistem secara keseluruhan.

6. Optimize

Tahap optimasi melibatkan serangkaian tindakan untuk meningkatkan kinerja jaringan yang telah dibuat, memastikan bahwa jaringan tersebut berfungsi secara optimal, dan mengurangi potensi kerusakan di masa mendatang. Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem secara keseluruhan, tahap optimasi memperkenalkan evaluasi periodik terhadap operasional Voice over Internet Protocol (VoIP). Penyempurnaan dilakukan melalui serangkaian langkah, termasuk pembaruan perangkat lunak, penyesuaian konfigurasi, dan implementasi perbaikan yang didasarkan pada umpan balik pengguna serta hasil evaluasi kinerja secara menyeluruh. Dengan demikian, tahap optimasi tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan performa saat ini, tetapi juga untuk menjaga agar jaringan tetap efektif, responsif, dan dapat mengatasi potensi masalah di masa yang akan datang.

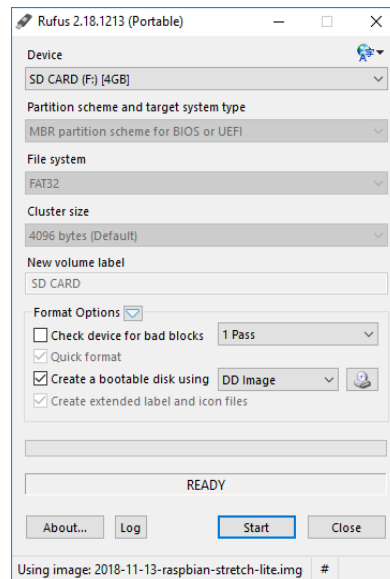
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam menjalankan media voice over internet protocol berbasis raspberry yang dirancang, pada penelitian ini digunakan beberapa perangkat lunak dan perangkat keras sebagai penunjang. Adapun perangkat yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.1. Raspbian Operating System

Raspbian merupakan sistem operasi berbasis Debian yang dioptimalkan untuk perangkat keras micro computer raspberry pi. Berikut adalah proses instalasi raspbian: Lakukan proses download Raspbian Operating System yang tersedia pada website resmi raspberry pi <http://director.downloads.raspberrypi.org> dan download aplikasi pihak ketiga yang berguna untuk menanamkan RaspbianOS pada SD Card yang akan digunakan pada perangkat RaspberryPI, pada penelitian ini menggunakan aplikasi pihak ketiga rufus yang tersedia pada website resminya yaitu <https://rufus.ie/>. Setelah proses download selesai selanjutnya lakukan bootable pada perangkat SD Card dengan membukan aplikasi rufus, selanjutnya pilih SD Card yang akan digunakan untuk menanamkan RaspbianOS pilih file images RaspbianOS dan klik START selanjutnya tunggu hingga

proses bootable selesai. Berikut ini adalah tampilan bootable RaspbianOS pada SD Card dengan aplikasi pihak ketiga rufus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

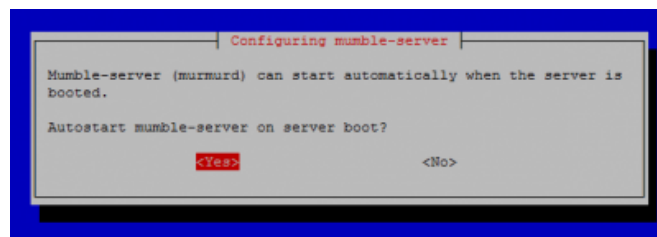


Gambar 3. Proses Instalasi RaspbianOS

3.2. Mumble Server

Mumble server merupakan aplikasi yang di install pada perangkat raspberry. Aplikasi ini berfungsi sebagai pusat layanan komunikasi voice over internet protocol. Berikut adalah proses instalasi mumble server.

Lakukan proses instalasi mumble server pada perangkat raspberry dengan memberi perintah: `sudo apt-get install mumble-server -y` selanjutnya lakukan beberapa konfigurasi awal untuk mumble server dengan memberi perintah: `sudo dpkg-reconfigure mumble-server` selanjutnya pilih: Yes pada saat tampil gambar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Autostart Mumble-Server

Selanjutnya ijinkan mumble server memiliki prioritas yang lebih tinggi untuk mengurangi kemungkinan keterlambatan latensi dengan pilih: Yes. Kemudian tentukan superuser password, kata sandi ini merupakan kata sandi yang digunakan untuk mengelola mumble server, langkah selanjutnya pilih: OK. Lalu lakukan beberapa konfigurasi pada file mumble-server dengan perintah: `sudo nano /etc/mumble-server.ini` langkah selanjutnya adalah simpan konfigurasi file dan restart aplikasi mumble server dengan perintah: `sudo service mumble-server restart`.

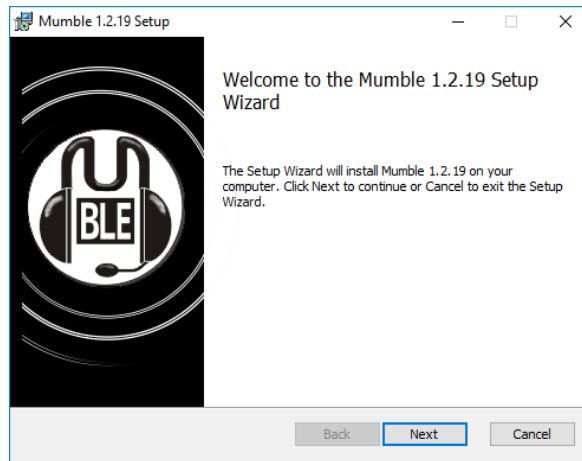
3.3. Mumble Client

Mumble client merupakan aplikasi softphone pada perangkat Laptop maupun PC yang dapat diunduh pada website resmi mumble. Aplikasi ini mendukung layanan komunikasi voice over internet protocol dengan opsi panggilan push to talk layaknya penggunaan handie talkie. Berikut adalah proses konfigurasi softphone mumble client.



JRIIN: Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 1, No. 7, Februari 2024
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 797-806

Lakukan proses download aplikasi Mumble Client yang tersedia pada website resmi mumble yaitu <http://download.mumble.com/en/mumble-1.3.0.msi>. Setelah proses download aplikasi selesai selanjutnya lakukan instalasi aplikasi pada perangkat laptop ataupun PC, berikut ini adalah tampilan instalasi aplikasi Mumble Client.



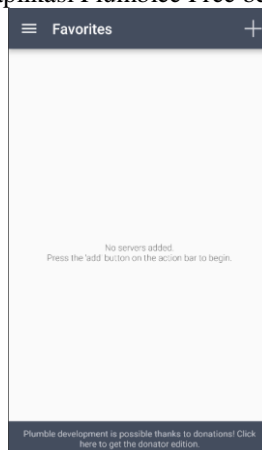
Gambar 7. Tampilan Pembuka Instalasi Mumble

Setelah proses instalasi selesai langkah selanjutnya klik tombol ADD NEW dan inputkan data terkait server voice over internet protocol yang telah dirancang serta klik OK. Berikut ini adalah tampilan halaman menu utama aplikasi Mumble Client.


3.4. Plumble Free

Plumble free merupakan aplikasi softphone pada android yang dapat diunduh pada Google Playstore ataupun App Store. Aplikasi ini mendukung layanan komunikasi voice over internet protocol dengan opsi panggilan push to talk layaknya penggunaan handie talkie. Berikut adalah proses konfigurasi softphone Plumble Free.

Lakukan proses download aplikasi Plumble Free yang tersedia pada Google Playstore ataupun App Store serta lakukan instalasi softphone Plumble Free pada perangkat smartphone. Setelah proses download dan instalasi selesai selanjutnya buka aplikasi Plumble Free, langkah selanjutnya klik tombol GENERATE dan kita akan masuk kedalam halaman menu utama. Berikut ini adalah tampilan halaman utama aplikasi Plumblee Free berikut ini.



Gambar 8. Halaman Menu Utama Plumble Free

Langkah selanjutnya klik tombol  serta inputkan data pada kolom tersedia didalam halaman tambah data dan klik tombol ADD.

3.5. Server Raspberry PI

Raspberry Pi merupakan seperangkat *micro computer* yang difungsikan sebagai server yang melayani komunikasi *voice over internet protocol* pada perangkat *client* yang di dalamnya di *install* rasbian sebagai sistem operasi dan perangkat lunak mumble server. Berikut ini spesifikasi Raspberry yang digunakan sebagai server VoIP yaitu:

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Raspberry Pi

No	Komponen	Keterangan
1	<i>Processor</i>	ARM Cortex-A53 1,2 GHz
2	<i>Memory</i>	1 GB
3	<i>Storage</i>	8 GB
4	<i>Port</i>	Ethernet, SD Card, HDMI

3.6. Laptop

Perangkat laptop ini digunakan sebagai *client* yang melakukan panggilan kepada pengguna lain atau menerima panggilan dari pengguna lainnya menggunakan perangkat lunak mumble *client*. Berikut ini spesifikasi laptop yang digunakan sebagai *client* VoIP yaitu:

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Laptop

No	Komponen	Keterangan
1	<i>Processor</i>	Intel Core i3-3110M CPU 2.4 GHz
2	<i>Memory</i>	6 GB
3	<i>Storage</i>	320 GB
4	<i>Etc</i>	<i>Wireless card, sound card, microphone</i>

3.7. Android

Perangkat android ini digunakan sebagai *client* yang melakukan panggilan kepada pengguna lain atau menerima panggilan dari pengguna lainnya menggunakan perangkat lunak plumble free. Berikut ini spesifikasi android yang digunakan sebagai *client* VoIP yaitu:

Tabel 3. Spesifikasi Perangkat Android

No	Komponen	Keterangan
1	<i>Processor</i>	Mediatek Helio X20 Deca Core 2.11 GHz
2	<i>OS</i>	Android Marshmallow 6.0
3	<i>Storage</i>	64 GB
4	<i>Memory</i>	4 GB

3.8. Access Point

Perangkat *access point* ini digunakan sebagai media untuk menghubungkan perangkat *client* satu dengan perangkat *client* lainnya dan perangkat *client* dengan perangkat *server*. Berikut ini spesifikasi *access point* yang digunakan sebagai *client* VoIP yaitu:

Tabel 4. Spesifikasi Perangkat Access Point

No	Komponen	Keterangan
1	<i>Radio Frequency Bands</i>	2.4GHz
2	<i>Network Standards</i>	IEEE 802.11b/a/g/n
3	<i>Ports</i>	1x10/100 WAN, 4x10/100 LAN
4	<i>Max Link Rate</i>	300 Mbps



3.9. Hasil Pengujian

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian untuk memperoleh hasil penelitian dengan menghubungkan seluruh perangkat yang digunakan dengan tujuan untuk menguji koneksi pada layar *network* dan menguji kemampuan *server* untuk melayani panggilan percakapan dalam waktu yang bersamaan. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan proses percakapan yang menggunakan *client* dengan jumlah 6 *client* yang terdiri dari 4 buah *smartphone* dan 2 buah *laptop*. Semua *client* menggunakan *plumble free* sebagai software pada *smartphone* dan *mumble client* sebagai software pada *laptop*. Pengujian ini dilakukan sebanyak 45 kali percobaan dengan jarak, jumlah dan waktu percakapan yang berbeda. Pada pengujian tersebut digunakan untuk analisa QoS dengan mengambil nilai rata-rata dari nilai *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.

3.9.1. Pengujian Delay

Pengujian *delay* dilakukan dengan komunikasi antara *client* satu dengan *client* yang lain, dengan jarak, jumlah, dan waktu percakapan yang berbeda. Pengujian *delay* ini berfungsi untuk mengetahui total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Hasil rata-rata *delay* dari setiap uji coba yang dilakukan pada pukul 16:00 WIB dengan berbagai macam jarak, jumlah percakapan, dan waktu percakapan yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa *delay* yang terjadi selama percakapan dengan 45 kali percobaan yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata *delay* 0.28 detik adalah sangat baik karena berkisar antara 0 – 1.5 detik.

3.9.2. Pengujian Jitter

Pengujian *jitter* dilakukan dengan komunikasi antara *client* satu dengan *client* yang lain, dengan jarak, jumlah, dan waktu percakapan yang berbeda. Pengujian *jitter* ini berfungsi untuk mengetahui variasi dari *delay* atau variasi waktu kedatangan paket. Hal yang biasanya menyebabkan terjadinya *jitter* adalah peningkatan trafik secara tiba-tiba sehingga menyebabkan penyempitan *bandwidth* dan menimbulkan antrian serta kecepatan terima dan kirim paket dari setiap node. Hasil rata-rata *jitter* dari setiap uji coba yang dilakukan pada pukul 16:00 WIB dengan berbagai macam jarak, jumlah percakapan, dan waktu percakapan yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa *jitter* yang terjadi selama percakapan dengan 45 kali percobaan yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata *jitter* 0.50 detik adalah baik karena berkisar antara 0 – 0.75 detik.

3.9.3. Pengujian Packet Loss

Pengujian *packet loss* dilakukan dengan komunikasi antara *client* satu dengan *client* yang lain, dengan jarak, jumlah, dan waktu percakapan yang berbeda. Pengujian *packet loss* ini berfungsi untuk mengetahui perbandingan seluruh paket *ip address* yang hilang dengan seluruh paket *ip address* yang dikirimkan antara *source* dan *destination*. Hal yang biasanya menyebabkan *packet loss* adalah antrian yang melebihi kapasitas *buffer* pada setiap node. Hasil rata-rata *packet loss* dari setiap uji coba yang dilakukan pada pukul 16:00 WIB dengan berbagai macam jarak, jumlah percakapan, dan waktu percakapan menunjukkan bahwa nilai *packet loss* adalah 0% yang menandakan bahwa seluruh paket yang dikirimkan dapat diterima dan dikirimkan seluruhnya oleh *server*. Jadi dapat disimpulkan bahwa *packet loss* yang terjadi selama percakapan dengan 45 kali percobaan yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata *packet loss* 0 % adalah bagus karena berkisar antara 0 – 3 %.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah diuraikan, maka dapat diketahui bahwa pengujian yang dilakukan dengan 45 kali percobaan yang berbeda dikategorikan baik karena nilai rata-rata *delay* 0,28 s, *jitter* 0,50 s, dan *packet loss* 0 %. Maka dapat dibuat beberapa kesimpulan, yaitu:

- a. *Smartphone* dapat digunakan sebagai pengganti peranan *handie talkie* pada area remote.



- b. Penggunaan raspberry pi sebagai server voice over internet protocol sanggup melayani komunikasi dengan jarak jangkauan mencapai jarak 20 meter dengan 6 percakapan secara bersamaan dengan baik pada area remote.

REFERENCES

- A. Azhar, M. Badrul dan Akmaludin, "Penerapan Voice Over Internet Protokol (Voip) Untuk Optimalisasi Jaringan Pada Badan Kependudukan Dan Keluarga Berencana Nasional," Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer, vol. Vol. 5 No. 1, Mar 2018.
- Berlian, "Membangun Server Voip Berbasis Asterisk," Jurnal Media Infotama, vol. Vol.16 No. 1, Feb 2020.
- E. A. Z. Hamidi, M. R. Effendi dan H. W. Widodo, "Prototipe Layanan VoIP Pada Jaringan OpenFlow," TELKA, vol. 4 No. 1, p. 33-42, Mei 2018.
- Falak Naz, Javed, Muhammad Qurban, Muhammad Yasir, Shehroz Jehangir, "Analysis of VoIP over Wired & Wireless Network with Implementation of QoS CBWFQ & 802.11e" I.J. Computer Network and Information Security, 2020, 1, 43-49.
- H. Rini, A. Aziz and A. Sularsa, "Voice Over Internet Protocol (VOIP) Pada Jaringan Nirkabel," KINETIK, vol. 2, pp. 83-88, Mei 2017.
- Hamidi. E. A. Z, Effendi. M. R, and Widodo. H. W. "Prototype Layanan VoIP Pada Jaringan OpenFlow", TELKA- Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol, 33-42. Mei. 2018.
- I. Safitri, E. Gunawan dan G. Mandari, "Implementasi Voip pada Lab Infrastruktur menggunakan Cloud Computing berbasis Kernel Based Virtual Machine (KVM)," Jurnal PRODUKTIF, vol. 6 No. 2, 2022.
- J. B. R. Simanungkalit, "Perancangan Sistem Komunikasi Voip (Voice Over Internet Protocol) Berbasis Sip Dengan Menggunakan Metode PPDIIO Pada PT Aplikanusa Lintasarta Medan," Jurnal Sains dan Teknologi, vol. 1 No. 1, pp. 40-46, Sep 2019.
- M. Hanindar dan Irwansyah, "Pemanfaatan Teknologi Voice Over Internet Protocol (VoIP)," Jurnal Common, vol. 5, p. 1, Jun 2021.
- M. Mumtahanah, R. Toyib, and I. Wardiman, "Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) Berbasis Linux (Studi Kasus SMK Negeri 03 Bengkulu)", pseudocode, vol. 7, no. 1, pp. 41-50, Mar. 2020.
- Robby Rizky, Zaenal Hakim, "Analysis and Design of Voip Server (Voice Internet Protocol) using Asterisk in Statistics and Statistical Informatics Communication of Banten Province using Ppdioo Method" IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1179 (2019) 012160.
- S. Wilkins. 2011. Cisco's PPDIIO Network Cycle, Cisco Press. Leuttu.
- T. D. Hakim dan Muryadi, "STUDI Penerapan Layanan Voice Over Internet Protocol (Voip) Berbasis Raspberry Pi," Jurnal Ilmiah Elektrokrisna, vol. 7, Feb 2019.
- Wardoyo, Irwan. "Survei Model Performansi Sistem File Sharing BitTorrent pada Jaringan Peer-to-Peer." InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, vol. 8, no. 2, pp. 133-150. Jun. 2018.
- Y. Aditya, A. F. Rochim, and E. D. Widiyanto, "Rancang Bangun Sistem Telekomunikasi Konvergen Berbasis Voice over Internet Protocol Menggunakan Virtualbox," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 3, no. 2, pp. 282-294, Apr. 2015.
- YR Samarawickrama, NT Jayatilake, MWP Maduranga, Ashen Wanniarachchi, WMSRB Wijayarathne, "Study on Designing a High-Performance IoT Sensor Node Using a Single Board Computer Cluster (SBC)" Annual Conference 2022- IET Sri Lanka Network.