

RESEARCH ARTICLE

# PERANCANGAN SISTEM APLIKASI VOICE CLIENT UNTUK PENGEMBANGAN CLIENT VOICE TERMINAL YANG TERINTEGRASI DENGAN NAVAL VOICE COMMUNICATION SYSTEM

Wahyu Putri Riskiyani, Aris Hartaman\* and Wisnu Adji Kharisma

Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

\*Corresponding author: [arishartaman@telkomuniversity.ac.id](mailto:arishartaman@telkomuniversity.ac.id)

Received on 19 April 2024; accepted on 26 May 2024

## Abstrak

Indonesia merupakan Negara Maritim, oleh karena itu diperlukan adanya pengawalan di wilayah laut sebagai upaya untuk menjaga kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Dalam menjalankan tugasnya untuk menjaga kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia, Kapal Republik Indonesia (KRI) memerlukan sistem komunikasi yang dapat meningkatkan efisiensi dalam koordinasi personel antar ruang di dalam kapal. Teknologi komunikasi yang digunakan dalam sistem ini adalah teknologi komunikasi VoIP yang berjalan pada protokol SIP dan RTP. Oleh karena itu, proyek ini akan menghasilkan output sistem aplikasi client untuk pengembangan client voice terminal yang terintegrasi dengan naval voice communication system berbasis embedded system yang memiliki fitur-fitur untuk mempermudah terjadinya komunikasi antar ruang di dalam kapal laut. Pada Proyek Akhir ini difokuskan pada aplikasi core yang akan berjalan pada sistem embedded linux OS dan UI apps development. Aplikasi core ini dibangun menggunakan Linphone SDK dan bahasa pemrograman C yang akan diintegrasikan dengan user interface dan operating system pada Beaglebone Black dan 4D LCD Cape 7". Hasil dari perancangan sistem komunikasi adalah dapat menukarkan suara antar pengguna dengan baik. Selain itu, kualitas sistem komunikasi yang dihasilkan dari pengujian menggunakan parameter Quality of Service (QoS) dan Mean Opinion Score (MOS) dengan panggilan berjarak 7m dan 25m. Kedua pengukuran tersebut menghasilkan kualitas yang bagus dilihat dari parameter QoS. Nilai MOS yang didapat dari perhitungan QoS dengan panggilan berjarak 7m maupun 25m berada pada kategori baik.

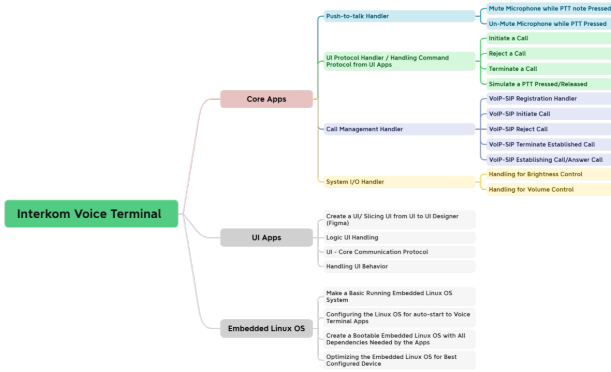
**Key words:** VoIP, Aplikasi Core, Embedded System, Beaglebone Black, Intranet, QOS

## Pendahuluan

Ketika menjalankan tugas dalam menjaga kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia, Kapal Republik Indonesia (KRI) memerlukan suatu sistem komunikasi terintegrasi yang dapat dijadikan sebagai sarana komunikasi antar personel untuk menghindari miskomunikasi. Naval voice communication system merupakan sistem komunikasi yang terintegrasi pada kapal angkatan laut dan memiliki fitur-fitur yang telah disesuaikan sehingga mudah digunakan dan menghasilkan komunikasi yang akurat dengan *quality of service* yang baik.

Voice over Internet Protocol (VoIP) merupakan teknologi yang memanfaatkan Internet Protocol untuk menyediakan komunikasi voice secara elektronik dan real-time [1]. Sinyal suara diubah menjadi kode digital yang kemudian akan ditransmisikan dalam bentuk paket-paket

data kemudian dikirim melalui sebuah media transmisi berupa kabel. Teknologi VoIP juga digunakan pada kapal laut yang memerlukan banyak node dalam berkomunikasi seperti contoh pada ruang kontrol, ruang mesin, dan ruang lainnya. Saat berkomunikasi di dalam kapal laut dibutuhkan hasil komunikasi yang memiliki kelancaran saat digunakan. Sehingga dibutuhkan suatu sistem komunikasi yang mendukung kelancaran saat komunikasi sedang berjalan agar tidak terjadi suatu miss communication atau hal lain yang tidak diinginkan. Pada pengembangannya, platform *operating system* (OS) yang banyak digunakan dalam aplikasi sistem VoIP adalah Linux. Linux digunakan karena sifatnya yang open source dan ringan saat dijalankan pada komputer. Selain itu, dengan penggunaan Linux sebagai OS juga akan mempermudah dalam pengembangan aplikasi VoIP.



Gambar 1. Pembagian Kerja Intercom Voice Terminal



Gambar 2. Perangkat Voice Terminal Unit

Voice Communication System (VCS) client terdapat tiga luaran berupa software komunikasi VCS client atau aplikasi *core*, *software UI VCS client*, *operating system VCS client*. Proyek ini bertokus pada pengembangan software aplikasi core untuk meningkatkan performa dan efisiensi dari aplikasi tersebut. Aplikasi ini dibuat ulang dengan peningkatan performa dan penggunaan resource yang lebih efisien. Pengembangan ini bersifat berkelanjutan sehingga akan terus ada pembaruan-pembaruan terhadap sistem dan aplikasi.

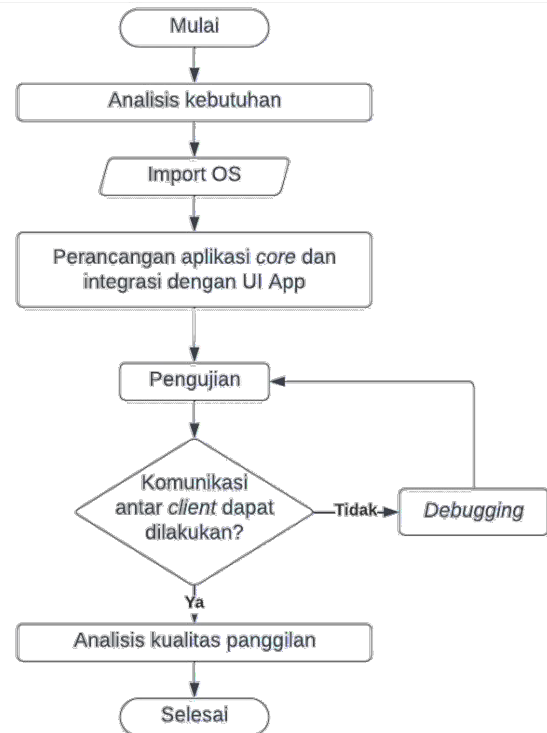
Dalam penelitian proyek akhir ini, dirancang aplikasi core dari sistem komunikasi VoIP client dengan fitur komunikasi yang dapat mempermudah komunikasi antar matra TNI dan bertujuan untuk mengetahui kualitas layanan pada aplikasi VoIP client. Untuk mengetahui kualitas dari sistem komunikasi, dilakukan pengujian kualitas layanan dengan dua metode, yaitu kualitatif dan kuantitatif menurut parameter QoS. Metode kualitatif digunakan untuk mengetahui kualitas panggilan yang terjadi antar voice terminal unit, sedangkan metode kuantitatif merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui kualitas layanan melalui perbandingan dua kabel ethernet dengan panjang yang berbeda. Kualitas layanan yang digunakan sebagai parameter kedua metode ini adalah *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packetloss*.

### Metodologi Penelitian

Pada proyek akhir ini, dilakukan perancangan sistem komunikasi voice client untuk pengembangan client voice terminal yang terintegrasi dengan naval voice communication system. Sistem yang dirancang merupakan sebuah aplikasi core yang dapat berkomunikasi antar VoIP client menggunakan Linphone SDK dengan bahasa pemrograman C. Sistem ini merupakan sistem pada bagian aplikasi core yang merupakan pengembangan lanjutan dari Embedded Linux OS. Aplikasi core terpasang pada Beaglebone Black yang terintegrasi dengan 4D LCD CAPE 7", yang selanjutnya aplikasi core ini dapat merespon perintah dari UI. Pembagian kerja terdapat pada Gambar 1. Penulis mengerjakan bagian Core Apps.

### Tahapan Perancangan

Aplikasi core yang dirancang, akan diimplementasikan dengan UI dan operating system di dalam Beaglebone Black dan 4D LCD CAPE 7" seperti pada Gambar 2. Beaglebone Black merupakan platform pengembangan berbasis ARM yang dikembangkan oleh Beaglebone-Board.org. Beaglebone Black biasa digunakan untuk pengembangan proyek elektronik, Internet of Things (IoT), dan aplikasi lain karena kemampuan dan fleksibilitas yang tinggi. Sedangkan 4D LCD CAPE 7" merupakan perangkat keras berupa papan tambahan yang dirancang khusus untuk Beaglebone Black dengan ukuran layar tujuh inch.



Gambar 3. Diagram Alir Pengerjaan Proyek Akhir

4D LCD CAPE 7" memiliki fitur tujuh tombol dan layar sentuh atau capacitive touch controller dengan resolusi 480x272 [1].

Pada proyek akhir ini, dilakukan perancangan aplikasi core VoIP client dengan beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:

Berdasarkan Gambar 3, akan dijelaskan tahapan dan alur proses perancangan aplikasi core VoIP client yang dilakukan melalui beberapa tahap seperti berikut:

#### 1. Analisis Kebutuhan

Tahap pertama, analisis kebutuhan yang diperlukan pada perancangan aplikasi core. Pada analisis kebutuhan ini, dilakukan diskusi dengan PT Len Industri (Persero) mengenai hal yang diperlukan dalam perancangan aplikasi. Dari hasil diskusi yang dilakukan, kebutuhan yang akan digunakan untuk pengerjaan proyek ini adalah kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras.



Gambar 4. Tampilan Hasil Pengerjaan Proyek

Kebutuhan perangkat lunak untuk perancangan aplikasi adalah Linphone SDK, operating system, text editor, Putty, bahasa pemrograman C, GNU compiler collection, SIP server, user interfaces, Oracle VM Virtualbox, dan Wireshark untuk pengujian. Sedangkan kebutuhan perangkat keras untuk pengerjaan proyek akhir adalah server, Laptop/PC, Beaglebone Black, 4D LCD CAPE 7", kabel UTP 2m, 5m, dan 20m, soundcard, earphone/headset, VTU untuk pengujian.

## 2. Import Operating System

Tahap kedua, melakukan import sistem operasi yang telah terbangun untuk perancangan aplikasi core. Operating system merupakan tugas dari embedded Linux OS develop yang bertanggung jawab untuk menyiapkan OS dengan dependencies sesuai dengan kebutuhan agar dapat digunakan untuk pengerjaan aplikasi core dan UI.

## 3. Perancangan Aplikasi Core

Tahap ketiga, melakukan perancangan aplikasi core dan integrasi aplikasi core dengan UI app. Pada tahap ini terdiri dari konfigurasi network atau alamat IP, setup untuk cross compile, membuat fungsi C untuk registrasi, melakukan dan menerima panggilan, mengakhiri panggilan, push-to-talk, serta mengatur volume dan brightness. Setelah fungsi berhasil dirancang, selanjutnya adalah melakukan penggabungan dengan UI app agar aplikasi core dapat berjalan sesuai dengan perintah yang diterima dari UI app.

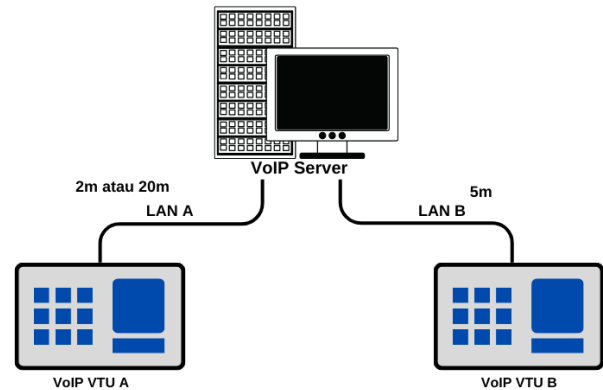
## 4. Pengujian Fungsionalitas

Tahap keempat, pengujian pertama yang bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah dirancang dapat melakukan komunikasi dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan panggilan antar perangkat VTU yang telah terbangun dengan jarak yang berbeda. Apabila hasil pengujian berhasil, maka akan dilanjutkan ke tahap berikutnya, jika tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka akan dilakukan debugging.

## 5. Analisis Kualitas Panggilan

Tahap kelima, analisis kualitas panggilan. Pada tahap ini yang dilakukan adalah pengujian menggunakan aplikasi Wireshark untuk mengetahui kualitas layanan yang dihasilkan dari komunikasi client dengan aplikasi VoIP, selanjutnya hasil dari pengukuran akan dibandingkan dengan parameter QoS. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui kualitas layanan yang ada pada aplikasi VoIP dengan parameter QoS. Selain itu, dilakukan perhitungan nilai MOS berdasarkan nilai QoS untuk mengetahui nilai keseluruhan kualitas suara saat panggilan.

Hasil perancangan aplikasi core dapat menerima respon yang dipertanyakan oleh user interfaces dari 4D LCD CAPE 7". Salah satu tampilan melakukan panggilan dapat dilihat pada Gambar 4.



Intranet Connection

Gambar 5. Arsitektur Jaringan Sistem

## Arsitektur Jaringan

Pada proyek akhir ini, terdapat arsitektur jaringan yang sesuai untuk mendukung skenario percobaan fungsionalitas sistem aplikasi VoIP antar Voice Terminal Unit (VTU) agar komunikasi dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, akan dibangun arsitektur jaringan lokal dengan beberapa perangkat yang dijelaskan pada Gambar 5.

Skenario jaringan yang digunakan pada VoIP VTU ini adalah seperti yang telah digambarkan di atas, yaitu VTU A dan VTU B terhubung dengan VoIP server menggunakan kabel ethernet (UTP). VTU A merupakan perangkat yang akan diberikan kabel dengan panjang 2m atau 20m untuk pengujian, sedangkan VTU B akan diberikan kabel dengan panjang tetap yaitu 5m.

## Hasil dan Pembahasan

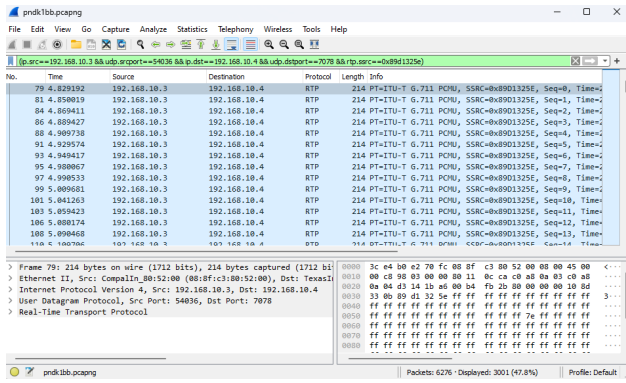
### Skenario Pengujian

Terdapat dua pengujian yang akan dilakukan untuk mengetahui keberhasilan sistem yang telah dibangun. Pengujian pertama adalah pengujian fungsionalitas sistem dengan cara melakukan aktivitas panggilan dari VTU A ke VTU B dengan jarak 7m dan 25m. Parameter keberhasilan dari sistem ini adalah berfungsinya fitur-fitur aplikasi yang telah ditentukan pada bab sebelumnya, seperti melakukan panggilan, mengakhiri panggilan, volume control, dan brightness control.

Pengujian kedua adalah pengujian kualitas layanan menggunakan parameter QoS pada sistem aplikasi. Pengujian ini dilakukan menggunakan dua VTU, yaitu VTU A dan VTU B dengan memperhatikan jarak kabel yang digunakan. Pengukuran dilakukan saat kedua VTU telah terhubung dengan server melalui jaringan intranet. Setelah itu, melakukan panggilan suara selama 60 detik. Nilai parameter dalam pengujian dapat diperoleh dengan pengambilan data trafik paket pada sisi VTU A dengan menjalankan aplikasi Wireshark pada saat kedua VTU telah terhubung. Parameter pengujiannya adalah rata-rata delay, jitter, packet loss, dan throughput.

### Pengambilan Data

Data yang diambil merupakan data paket untuk perhitungan rata-rata delay, packet loss, throughput, dan jitter. Pengujian dilakukan dengan dua panjang kabel yang berbeda, yaitu 2m dan 20m. Kedua panjang kabel ini digunakan untuk menghubungkan VTU A ke server, sedangkan pada kabel yang digunakan untuk menghubungkan VTU B ke server memiliki panjang yang tetap yaitu 5m. Sehingga total jarak yang digunakan adalah 7m dan 25m. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali



Gambar 6. Proses Pengambilan Data

pada setiap jarak yang digunakan. Proses pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 6.

Pengambilan data menggunakan Wireshark dapat dilakukan dengan capturing packets seperti pada Gambar ???. Buka aplikasi Wireshark, memilih interface Ethernet dan klik start untuk memulai pengambilan data. Proses pengambilan data dimulai dengan capturing packets lalu melakukan panggilan dari VTU A ke VTU B selama 60 detik. Setelah pengambilan data paket telah selesai, maka dilakukan perhitungan kualitas panggilan berdasarkan parameter QoS yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan nilai MOS dengan formula seperti di bawah ini:

1. Throughput

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Data yang dikirim (bytes)}}{\text{Waktu pengiriman data (s)}} \quad (1)$$

2. Packet Loss

$$\text{Packet Loss} = \left( \frac{\text{Data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \right) \times 100 \quad (2)$$

3. Delay

$$\text{Rata-rata Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (3)$$

4. Jitter

$$\text{Jitter} = \frac{\sum \text{Variasi delay}}{\sum (\text{Paket yang diterima} - 1)} \quad (4)$$

5. Perhitungan Nilai Mean Opinion Score (MOS)

MOS digunakan untuk mengetahui kualitas suara dalam jaringan VoIP. Pada proyek akhir ini, MOS dihitung menggunakan hasil perhitungan E-model/ R Factor berdasarkan standar ITU-T karena lebih objektif. Adapun hubungan antara R Factor dengan MOS dapat dilihat pada rumus di bawah ini [? ]:

$$R = 94,2 - I_e - I_d \quad (5)$$

$$I_e = 0,024d + 0,11(d - 177,3)H(d - 177,3) \quad (6)$$

$$I_d = 7 + 30 \ln(1 + 15e) \quad (7)$$

Hasil dari E-model / R Factor memiliki korelasi dengan MOS sebagai berikut:

$$MOS = 1 + (0.035R) + \left( (7 \times 10^{-6})R(R - 60)(100 - R) \right) \quad (8)$$

dimana,

Table 1. justification=centering

Kategori	Throughput (kbps)
Sangat Bagus	65 s/d 100
Bagus	40 s/d 65
Sedang	5 s/d 10
Buruk	5

- $d$  = delay (ms)
- $e$  = packet loss
- $R$  = R Factor
- $H(x) = 0$ , & jika  $x < 0$   
1, & jika  $x \geq 0$

**Table 2.** justification=centering

Kategori	Packet Loss (%)
Sangat Bagus	$0 \leq pl < 3$
Bagus	$3 \leq pl < 15$
Sedang	15
Buruk	$\geq 25$

**Table 3.** justification=centering

Kategori	Delay (ms)
Sangat Bagus	150
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Sedang	300 ms s/d 450 ms
Buruk	450 ms

**Table 4.** justification=centering

Kategori	Jitter (ms)
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 ms s/d 75 ms
Sedang	75 ms s/d 125 ms
Buruk	125 ms s/d 225 ms

**Table 5.** justification=centering

Nilai MOS	Kategori
4,3 s/d 5,0	Sangat Baik
4,0 s/d 4,3	Baik
3,6 s/d 4,0	Cukup Baik
3,1 s/d 3,6	Buruk
2,6 s/d 3,1	Cukup Buruk
1,0 s/d 2,6	Sangat Buruk

Data diambil menggunakan Wireshark seperti pada Gambar 3.1 yang dilakukan sebanyak 5 kali setiap setiap jaraknya dengan durasi 60 detik. Hasil pengambilan data yang didapat untuk perhitungan parameter QoS seperti jitter, delay, packetloss, dan throughput dapat dilihat pada Table 6.

#### Hasil Pengolahan Data

Pengambilan data yang telah dilakukan sebelumnya akan digunakan untuk perhitungan parameter QoS menggunakan formula throughput

pada (1), packetloss pada (2), delay (3), dan jitter (4). Sehingga, didapatkan hasil perhitungan menurut parameter QoS setiap jarak yang digunakan dengan durasi panggilan 60 detik seperti pada Table 7.

Dari hasil perhitungan kualitas panggilan dengan parameter QoS di atas, maka selanjutnya didapatkan nilai Mean Opinion Score (MOS) berdasarkan standar ITU-T. Nilai MOS ini lebih objektif dengan perhitungan R Factor menggunakan parameter QoS daripada penilaian dari pendengaran manusia yang dianggap subjektif. Nilai MOS dengan panggilan berjarak 7m dan 25m dapat dilihat pada tabel 8.

Hasil perhitungan kualitas panggilan dengan parameter QoS di atas, selanjutnya dibandingkan dengan VTU yang belum dikembangkan. Adapun data VTU yang belum dikembangkan didapatkan dari PT Len Industri (Persero) sebagai berikut:

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perancangan, aplikasi ini dapat terintegrasi dengan OS dan aplikasi UI di Beaglebone Black dan LCD CAPE 7".
2. Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas terhadap fitur-fitur pada sistem aplikasi yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa semua fungsi dapat berjalan dengan baik sebagaimana semestinya.
3. Berdasarkan dari hasil pengujian kualitas menurut parameter QoS, pada pengujian berjarak 7m dan 25m didapatkan nilai delay pada setiap pengujian yang masuk kedalam kategori sangat bagus, jitter dalam kategori bagus, throughput dalam kategori sangat bagus, packetloss sangat bagus, dan rata-rata nilai MOS 4,25 yang berarti masuk kedalam kategori bagus.
4. Kualitas perangkat setelah dikembangkan lebih baik terutama pada nilai delay yang dibandingkan dengan perangkat lama (VTU B). Delay yang dihasilkan perangkat lama lebih dari 100 ms. Sedangkan setelah dikembangkan, nilai delay berada dibawah 50 ms.

## Daftar Pustaka

1. Berlian. Membangun Server VoIP Berbasis Asterisk. Jurnal Media Infotama. 2020;16:24-31.
2. 4DSYSTEMS. 4DCAPE-70T; 2023. Accessed 3 Agustus 2023. Available from: <https://4dsystems.com.au/products/4dcape-70t/>.
3. Maydiana A, Usman UK, Andini N. Perbaikan Performansi Layanan Komunikasi VoIP di Tol Layang Jakarta-Cikampek. e-Proceeding of Engineering. 2021;VIII(2):1616-27.
4. Bhuwana AA, Ahmad UA, Saputra RE. Pengukuran Infrastruktur Jaringan Komputer di Kawasan Asrama Universitas Telkom Menggunakan Metode QoS. e-Proceeding of Engineering. 2021;VIII(2):1974-81.
5. Mumtaz N, Perdana D, Bisono YG. Performance Evaluation of VoIP Traffic in 5G Millimeter Wave Network. IJSSST. 2019;18.1-18.6.

Table 6. Trafik Panggilan Berjarak 7m dan 25m

Pengujian		Panggilan Berjarak 7m			Panggilan Berjarak 25m			
ke	Paket yang di-capture	Paket yang dikirim (bytes)	Paket yang diterima (bytes)	Waktu (s)	Paket yang di-capture	Paket yang dikirim (bytes)	Paket yang diterima (bytes)	Waktu (s)
1	3.001	642.242	642.242	59,991	2.966	634.724	634.724	59,300
2	2.996	641.144	641.144	59,901	3.024	647.164	647.164	60,441
3	3.021	646.522	646.522	60,380	3.023	646.922	646.922	60,439
4	3.023	646.950	646.950	60,430	3.012	644.568	644.568	60,221
5	3.022	646.764	646.764	60,381	3.022	646.764	646.764	60,381

Table 7. Hasil Perhitungan Kualitas Panggilan

Pengujian		Panggilan Berjarak 7m			Panggilan Berjarak 25m			
ke	Troughput (kbps)	Packetloss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Troughput (kbps)	Packetloss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	85,645	0	19,99	10,68	85,628	0	19,9	1,13
2	85,627	0	19,99	0,99	85,658	0	19,8	5,7
3	85,660	0	19,98	1,09	85,629	0	19,9	4,9
4	85,646	0	19,99	9,59	85,627	0	19,9	7,5
5	85,691	0	19,98	1,13	85,672	0	19,9	0,8

Table 8. Nilai MOS Pada Panggilan Berjarak 7m dan 25m

Pengujian		Panggilan Berjarak 7m			Panggilan Berjarak 25m			
ke	le	Id	R	Nilai MOS	le	Id	R	Nilai MOS
1	0,47976	7	86,72024	4,2506	0,47760	7	86,72240	4,2506
2	0,47976	7	86,72024	4,2506	0,47520	7	86,72480	4,2507
3	0,47952	7	86,72048	4,2506	0,47760	7	86,72240	4,2506
4	0,47976	7	86,72024	4,2506	0,47760	7	86,72240	4,2506
5	0,47952	7	86,72048	4,2506	0,47760	7	86,72240	4,2506