

HALAMAN SAMPUL



**IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA
ELASTIX SERVER MENGGUNAKAN SESSION INITIATION
PROTOCOL (SIP)**

TUGAS AKHIR

Cahya Ramadhan
41515120089

**UNIVERSITAS
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

HALAMAN JUDUL



**IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA
ELASTIX SERVER MENGGUNAKAN SESSION INITIATION
PROTOCOL (SIP)**

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:
Cahya Ramadhan
41515120089

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

TANDA TERIMA PENYERAHAN TUGAS AKHIR

 UNIVERSITAS MERCU BUANA	TANDA TERIMA PENYERAHAN TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS MERCU BUANA	Q
---	--	----------

No. Dokumen	16.2.01.01	Distribusi
Tgl. Efektif	24 Juni 2021	Program Studi Teknik Informatika

NAMA	Cahya Ramadhan
NIM	41515120089
JUDUL TUGAS AKHIR	IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA ELASTIX SERVER MENGGUNAKAN SESSION INITIATION PROTOCOL (SIP)
PEMBIMBING TUGAS AKHIR	Desi Ramayanti, S.Kom, MT
ALAMAT RUMAH	JL. Inpres XVI RT 03 RW 04 No 28, Kota Tangerang, Banten 15154
ALAMAT KERJA	JL. Raya Kebon Jeruk RT 9 RW 15 No 70A, Jakarta Barat 14480
JABATAN	Network Operation Center
NO. HP & RUMAH	082112202209
E-MAIL	41515120089@student.mercubuana.ac.id
TANGGAL SIDANG	8 Februari 2021
TANGGAL UPLOAD BERKAS TA	8 Februari 2022

SUDAH MENYERAHKAN BERUPA :

ini di isi oleh tata usaha

1. Berkas Sidang (Dalam Bentuk Hard Copy atau Soft File) (Lembar Kerja, Jurnal)
 2. Berkas TA (CV, PPT/Source Code Aplikasi)

KOMPRE ☐ JURNAL ☒



Koordinator Tugas Akhir Program Studi

1. BUKTI TRANSFER SUMBANGAN BUKU UNTUK PROGRAM STUDI
 2. SERTIFIKAT YANG SUDAH LENGKAP (10 SERTIFIKAT)



Catatan :

JIKA TIDAK LENGKAP TIDAK AKAN DITERIMA

MENYETUJUI

KOORDINATOR TUGAS AKHIR



 (Wawan Gunawan, S.Kom., MT)

STAF TATA USAHA


 (Agung Prawoto)

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NIM : 41515120089

Nama : Cahya Ramadhan

Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) pada
elastix server menggunakan Session Initiation Protocol
(SIP)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya adalah hasil karya sendiri dan bukan plagiat. Apabila ternyata ditemukan didalam laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap untuk mendapatkan sanksi akademik yang terkait dengan hal tersebut.

Jakarta, 20 Januari 2021



Cahya Ramadhan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Cahya Ramadhan
NIM : 41515120089
Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) pada elastix server menggunakan Session Initiation Protocol (SIP)

Dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul diatas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan di lingkungan Universitas Mercu Buana, saya memberikan izin kepada Peneliti di Lab Riset Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana untuk menggunakan dan mengembangkan hasil riset yang ada dalam tugas akhir untuk kepentingan riset dan publikasi selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Januari 2021



Cahya Ramadhan

SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Cahya Ramadhan
NIM : 41515120089
Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) pada elastix server menggunakan Session Initiation Protocol (SIP)

Menyatakan bahwa :

1. Luaran Tugas Akhir saya adalah sebagai berikut :

No	Luaran	Jenis	Status
1	Publikasi Ilmiah	Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi	✓
		Jurnal Nasional Terakreditasi	✓
		Jurnal Internasional Tidak Bereputasi	✓
		Jurnal Internasional Bereputasi	✓
	Disubmit/dipublikasikan di:	Nama Jurnal : Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer	
		ISSN : 2338-0403	
		Link Jurnal :	
		Link File Jurnal Jika Sudah di Publish :	

2. Bersedia untuk menyelesaikan seluruh proses publikasi artikel mulai dari submit, revisi artikel sampai dengan dinyatakan dapat diterbitkan pada jurnal yang dituju.
3. Diminta untuk melampirkan scan KTP dan Surat Pernyataan (Lihat Lampiran Dokumen HKI), untuk kepentingan pendaftaran HKI apabila diperlukan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Mengetahui
Dosen Pembimbing TA

Jakarta, 20 Februari 2021


Desi Komalasari S.Kom, MT



Cahya Ramadhan

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41515120089
Nama : Cahya Ramadhan
Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP)
pada elastix server menggunakan Session Initiation
Protocol (SIP)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 08 Februari 2021



LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41515120089
Nama : Cahya Ramadhan
Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP)
pada elastix server menggunakan Session Initiation
Protocol (SIP)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 08 Februari 2021



(Anis Cherid, SE, MTI)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41515120089
Nama : Cahya Ramadhan
Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP)
pada elastix server menggunakan Session Initiation
Protocol (SIP)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 08 Februari 2021



(Afiyati, S.Si, MT)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

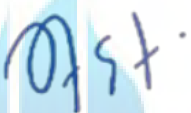
LEMBAR PENGESAHAN

NIM : 41515120089
Nama : Cahya Ramadhan
Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) pada elastix server menggunakan Session Initiation Protocol (SIP)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

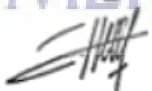
Jakarta, 08 Februari 2021

Menyetujui,

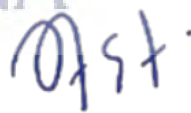


(Desi Ramayanti, S.Kom, MT)
Dosen Pembimbing

Mengetahui,



(Diky Firdaus, S.Kom, MM)
Koord. Tugas Akhir Teknik Informatika



(Desi Ramayanti, S.Kom, MT)
Ka. Prodi Teknik Informatika

ABSTRAK

Nama : Cahya Ramadhan
NIM : 41515120089
Pembimbing TA : Desi Ramayanti, S.Kom, MT
Judul Tugas Akhir : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP)
pada elastix server menggunakan Session Initiation
Protocol (SIP)

Dalam perkembangan system komunikasi di era digital saat ini, system komunikasi yang menggunakan *internet protocol (IP)* telah banyak digunakan dalam kegiatan operasional di suatu perusahaan. Seiring waktu, Telpon Konvensional telah mulai ditinggalkan karena kurang optimal karena sering terjadi putus koneksi, serta meningkatnya kebutuhan pengguna menuntut perubahan terhadap kualitas, biaya dan management pada system komunikasi itu sendiri. Dengan adanya tuntutan tersebut peneliti memberikan solusi dengan membuat sistem komunikasi menggunakan *voip*. Pada laporan ini peneliti membahas tentang *implementasi voice over internet protocol (voip)* pada *Elastix server* menggunakan *Session Initiation Protocol (sip)*. Objek penelitian serta mekanisme pengumpulan data dilakukan di Building Management The H Tower. Kinerja sistem dipantau dan dievaluasi berdasarkan pengujian QoS meliputi parameter *Delay*, *Jitter* dan *Packet Loss* dengan skema pengujian berdasarkan variasi transmisi data. Pengujian dibagi menjadi dua tahap, tahap pertama yaitu *Extension to Extension* dan pada tahap kedua yaitu *Extension to PTSN* dengan pengujian bandwidth yang diberikan berbeda – beda dari 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps dan 1 Mbps, nilai yang diperoleh untuk parameter *Delay* adalah 0,7 ms dan 11 ms, parameter *Jitter* adalah 7 ms dan 11 ms, parameter *Packet Loss* adalah 0,3% dan 0,5 %, Parameter kuantitatif mengkonfirmasi menunjukkan kualitas yang baik.

Kata kunci:

VOIP; Protocol; Elastix; Server; NDLC; Optimasi Jaringan; QoS

ABSTRACT

Name : Cahya Ramadhan
Student Number : 41515120089
Counsellor : Desi Ramayanti, S.Kom, MT
Title : Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP)
pada elastix server menggunakan Session Initiation
Protocol (SIP)

In the development of communication systems in today's digital era, communication systems that use *internet protocol (IP)* have been widely used in operational activities in a company. Over time, Conventional Telephony has begun to be abandoned because it is less than optimal due to frequent disconnections, as well as increasing user needs demanding changes to the quality, cost and management of the communication system itself.

With these demands, researchers provide a solution by making a communication system using *VoIP*. In this report, the researchers discussed the implementation of *voice over internet protocol (voip)* on the *Elastix server* using the *Session Initiation Protocol (sip)*. The object of research and the data collection mechanism are carried out at Building Management The H Tower. System performance is monitored and evaluated based on *QoS* testing including *Delay*, *Jitter* and *Packet Loss parameters* with a test scheme based on variations in data transmission. The test is divided into two stages, the first stage is *Extension to Extension* and the second stage is *Extension to PTSN* with the test bandwidth given varies from 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps and 1 Mbps, the value obtained is for the *Delay parameter*. are 0.7 ms and 11 ms, the *Jitter parameter* is 7 ms and 11 ms, the *Packet Loss parameter* is 0.3% and 0.5%, the quantitative parameter confirms that it shows good quality.

Key words:

VOIP; Protocol; Elastix; Server; NDLC; Network Optimization; QoS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T, karena berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan Ibu Desi Ramayanti, S.Kom., MT serta rekan-rekan yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian saya mungkin saya tidak dapat menyelesaikan penelitian ini tepat waktu, Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mujiono, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
2. Ibu Desi Ramayanti, S.Kom., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Diky Firdaus, S.Kom, MM selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Informatika.
4. Orang tua yang telah memberikan dukungan doa dan semangat.
5. Teman-teman rekan mahasiswa Universitas Mercu Buana yang tidak bisa disebut satu persatu yang turut membantu memberikan support dan dukungan kepada penulis selama proses penelitian ini.

Akhir kata, penulis menyadari terdapat ketidaksempurnaan dan kekurangan dalam penelitian tugas akhir ini. Penulis berharap semoga penelitian tugas akhir ini dapat memberikan manfaat.

Jakarta, 20 Januari 2021
Penulis

DAFTAR ISI

Halaman SaMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
TANDA TERIMA PENYERAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	v
SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
Naskah JURNAL.....	xv
KERTAS KERJA.....	1
BAGIAN 1. LITERATUR REVIEW.....	2
BAGIAN 2 ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	8
BAGIAN 3 SOURCE CODE.....	35
BAGIAN 4 TAHAPAN EKSPERIMEN	37
BAGIAN 5 HASIL SEMUA EKSPERIMEN	40
LAMPIRAN DOKUMEN HAKI.....	50
LAMPIRAN KORESPONDENSI.....	53
DAFTAR PUSTAKA	55

NASKAH JURNAL

Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) pada Elastix server menggunakan Session Initiation Protocol (SIP)

Implementation of Voice Over Internet Protocol (VOIP) with Elastix server using Session Initiation Protocol (SIP)

Cahya Ramadhan^{*)}, Desi Ramayanti

^{*)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta, Indonesia 11650

Cara sitasi: C. Ramadhan, "Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) pada Elastix server menggunakan Session Initiation Protocol (SIP)" *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. x no. x, 201x. doi: 10.14710/jtsiskom.x.x.xxxx.xx-xx.[Online].

Abstract – In the development of communication systems in today's digital era, communication systems that use internet protocol (IP) have been widely used in operational activities in a company. Over time, Conventional Telephony has begun to be abandoned because it is less than optimal due to frequent disconnections, as well as increasing user needs demanding changes to the quality, cost and management of the communication system itself. With these demands, researchers provide a solution by making a communication system using VoIP. In this report, the researchers discussed the implementation of voice over internet protocol (voip) on the Elastix server using the Session Initiation Protocol (sip). The object of research and the data collection mechanism are carried out at Building Management The H Tower. System performance is monitored and evaluated based on QoS testing including Delay, Jitter and Packet Loss parameters with a test scheme based on variations in data transmission. The test is divided into two stages, the first stage is Extension to Extension and the second stage is Extension to PTSN with the test bandwidth given varies from 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps and 1 Mbps, the value obtained is for the Delay parameter. are 0.7 ms and 11 ms, the Jitter parameter is 7 ms and 11 ms, the Packet Loss parameter is 0.3% and 0.5%, the quantitative parameter confirms that it shows good quality.

Keyword - VOIP; Protocol; Elastix; Server; NDLC; Network Optimization; QoS

Abstrak - Dalam perkembangan system komunikasi di era digital saat ini, system komunikasi yang menggunakan internet protocol (IP) telah banyak digunakan dalam kegiatan operasional di suatu perusahaan. Seiring waktu, Telpon Konvensional telah mulai ditinggalkan karena kurang optimal karena sering terjadi putus koneksi, serta meningkatnya kebutuhan pengguna menuntut perubahan terhadap kualitas, biaya dan management pada system komunikasi itu sendiri.

Dengan adanya tuntutan tersebut peneliti memberikan solusi dengan membuat sistem komunikasi

menggunakan voip. Pada laporan ini peneliti membahas tentang implementasi voice over internet protocol (voip) pada Elastix server menggunakan Session Initiation Protocol (sip). Objek penelitian serta mekanisme pengumpulan data dilakukan di Building Management The H Tower. Kinerja sistem dipantau dan dievaluasi berdasarkan pengujian QoS meliputi parameter Delay, Jitter dan Packet Loss dengan skema pengujian berdasarkan variasi transmisi data. Pengujian dibagi menjadi dua tahap, tahap pertama yaitu Extension to Extension dan pada tahap kedua yaitu Extension to PTSN dengan pengujian bandwidth yang diberikan berbeda – beda dari 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps dan 1 Mbps, nilai yang diperoleh untuk parameter Delay adalah 0,7 ms dan 11 ms, parameter Jitter adalah 7 ms dan 11 ms, parameter Packet Loss adalah 0,3% dan 0,5 %, Parameter kuantitatif mengkonfirmasi menunjukkan kualitas yang baik.

Kata kunci – VOIP; Protocol; Elastix; Server; NDLC; Optimasi Jaringan; QoS

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan teknologi informasi yang cepat membawa pengaruh besar pada dunia telekomunikasi. Dengan didukung perkembangan teknologi internet lainnya yang berkembang dengan cepat, menghasilkan teknologi - teknologi baru yang dapat merubah sistem informasi yang jauh lebih memudahkan. Salah satunya adalah teknologi telepon suara yang menggunakan jaringan internet yaitu melalui internet protocol (IP). Teknologi ini dikenal dengan nama Voice over Internet Protocol (VoIP). Handayani, R. (2017) berpendapat, "Voice over Internet Protocol (VoIP, IP telephony, internet telephony atau digital phone) adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet. Data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data.[1] Pada kondisi saat ini, Building Management The H Tower belum memiliki telpon kantor. Building Management juga memiliki beberapa bagian ruangan

^{*)} Penulis korespondensi (Cahya Ramadhan)

Email: 41515120089@student.mercubuana.ac.id

yang terpisah dengan masih berkomunikasi melalui handphone masing-masing dengan sinyal yang kuat, baik dan biaya yang mahal. Oleh karena itu Building Management The H Tower memerlukan teknologi komunikasi lainnya yang bisa menghadirkan komunikasi yang lebih baik. [2]

Sistem komunikasi yang dapat dijadikan solusi adalah sistem komunikasi berbasis teknologi *VoIP*. Hal ini dipilih karena dengan sudah adanya sistem jaringan komputer di Building Management The H Tower, maka implementasi *VoIP* tidak memerlukan biaya tambahan yang besar lagi untuk membangun jaringan komunikasi baru. Implementasi *VoIP* telah dilakukan oleh Muntahanah, dalam penelitiannya [3] mengatakan bahwa *VoIP* merupakan teknologi inovasi yang digunakan sebagai solusi sistem komunikasi yang efektif. Pendapat lain dalam penelitian [4] yang ditulis oleh Maftufin Exsan dan Umi Fadlilah juga mengatakan teknologi *VoIP* mampu menyediakan komunikasi yang berjalan pada jaringan internet yang tentunya lebih hemat jika dibandingkan dengan menggunakan operator telepon ataupun berlangganan jasa telepon corporate. Di dalam beberapa referensi penelitian yang ada dapat disimpulkan bahwa implementasi *VoIP* dapat digunakan pada Building Management The H Tower sebagai solusi agar memiliki sistem komunikasi yang efektif, berkualitas, hemat biaya dan pemantauan dengan baik. Dalam implementasi *VoIP* penggunaan *Elastix Server* merupakan bagian yang sangat penting, menurut Hadiyana Nurdyana [5] dalam penelitiannya mengatakan *Elastix Server* merupakan open source software yang membuat sebuah platform media komunikasi terpadu atau "Unified Communications Platform," yang terdiri dari komponen atau modul berbagai teknologi media komunikasi yang lazim digunakan pada saat ini seperti: *email server*, *instant messaging*, *a fax server*, *VoIP* dan *video conference*. Dengan mengintegrasikan tools terbaik yang tersedia menjadi *IP PBX* terintegrasi berbasis Asterisk yang mudah digunakan. Karakteristik ini menambah kemampuan reporting yang kuat menjadikannya pilihan terbaik untuk menerapkan *PBX* berbasis Asterisk. Pada implementasinya *Elastix server* terdapat beberapa *protocol* yang tersedia, pada kasus ini peneliti membandingkan *protocol Session Initiation Protocol (SIP)* dengan *protocol Inter-Asterisk eXchange v2 (IAX2)* guna mengetahui mana yang lebih layak untuk digunakan pada implementasi *VoIP* ini. Dalam sebuah jurnal [6] terdapat kesimpulan bahwa *protocol IAX2* banyak mengalami gangguan serta terdapat beberapa delay yang tinggi yang terjadi, oleh karena itu dalam Implementasi *VoIP* ini penulis menggunakan *Protocol SIP* dibandingkan *IAX2*. Pada perkembangannya dalam industri *voip*, *protocol SIP* pada saat ini bisa dikatakan lebih familiar dikalangan perusahaan maupun organisasi, karena dapat dikatakan lebih mudah digunakan dibandingkan *protocol* lain. [7]

Pada implementasinya dalam membangun jaringan *VoIP* maka dibutuhkan sebuah PC server dengan spesifikasi yang sudah ditentukan dan sudah terinstall

dengan OS (*operating system*) Linux, PC Server kemudian dihubungkan dengan *switch distribution* dimana *switch distribution* ini terhubung dengan beberapa komponen penting pendukung jaringan *voip*, seperti *GPON (Gigabit Passive Optical Networks)* yang biasanya terdapat juga *OLT (Optical Line Terminal)* yang terdiri dari *GWR (Router Gateway)*, *CPU Central Processing Unit*) dan *VGW (kartu uplink voice gateway)*, kemudian *switch distribution* terhubung juga dengan Mikrotik yang digunakan untuk mengkonfigurasi *IP (Internet protocol)*, *VLAN (virtual local area network)* dan *ONT (Optical Network Termination)* serta digunakan untuk manajemen dan pemantauan jaringan *VoIP*. *Elastix Server* memiliki *ip static* yang dibuat untuk mengakses server dan menjadi *SIP Server* pada *Ip Phone* yang akan digunakan, dalam *Elastix Server* kemudian *Extension* dan *SIP Trunk* akan dibuat agar dapat terhubung dengan jaringan lain atau bisa disebut dengan jaringan *PSIN (Public Switched Telephone Network)*. [1] [8]

Pada Building Management The H Tower terdapat *ONT* yang nantinya berfungsi sebagai penerima paket data dan mengonversikannya menjadi data, video, maupun voice. *ONT* memakai teknologi *GPON* yang dihubungkan melalui kabel serat optik, Teknologi ini merupakan solusi jaringan akses berbasis *IP* dengan transmisi *fiber optic* yang menawarkan kecepatan akses yang cepat. [9]

II. METODE PENELITIAN

Dalam studi kasus ini peneliti menggunakan metode NDLC yang digunakan untuk mendefinisikan setiap tahapan-tahapan yang akan dilakukan. NDLC merupakan sebuah metode dalam pengembangan jaringan yang memiliki enam tahapan [10]. Dalam studi ini, metode NDLC yang digunakan hanya berfokus pada empat tahapan. Tahapan tersebut yaitu *analysis*, *design*, *implementation* dan *monitoring*.



Gambar 1. Skema Penerapan NDLC

Dalam tahap awal, dilakukan analisis sebagai dasar untuk perancangan *voip* yang akan diimplementasikan. Proses ini dilakukan dengan dua tahapan. Tahap pertama adalah analisis sistem, yaitu untuk meninjau kinerja awal infrastruktur jaringan yang digunakan saat ini. Kemudian dilakukan pengumpulan data terkait permasalahan yang ada. Proses pengumpulan data dilakukan dengan meninjau laporan terkait keluhan dan

melihat jaringan existing yang sudah ada pada Building Management, yakni sebagai pihak penanggung jawab. Kemudian pada tahap kedua dilakukan analisis kebutuhan. Dalam studi ini, digunakan beberapa perangkat lunak serta perangkat keras untuk memenuhi kebutuhan dalam perancangan sistem yang dilakukan. Data perangkat serta spesifikasinya dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Perangkat pendukung

No	Deskripsi	Spesifikasi
1	MikroTik	RB750r2
2	Switch Cisco	SG300-28
3	Switch Tp-Link	TL-SF1008D
4	Elastix	v2.4.0
5	GPON	ZTE ZX10 C220
6	ONT	ZTE F620
7	Aplikasi WinBox	v3.27
8	Aplikasi Wireshark	v3.2.7
9	Ip Phone Yealink	SIP-T21P E2
10	Zoiper	V3.9.3
11	MS Visio 2013	64-bit
12	PC Server Elastix Asus	64-bit

Dari analisis tersebut, kemudian dikembangkan dalam desain arsitektur rancangan jaringan. Proses desain dibuat menggunakan *Microsoft Visio 2013*. Design arsitektur jaringan yang dibuat terdapat pada Gambar 2. Design jaringan yang dibuat merupakan topologi keseluruhan jaringan yang ada, existing maupun yang akan direncanakan sesuai hasil analisa lapangan. Pada jaringan existing dimana gedung tersebut sudah tersedia *ISP (Internet Service Provider)*, *Mikrotik Distribution*, *Switch Distribution* dan *OLT*.



Gambar 2. Arsitektur VOIP

Kemudian masuk pada tahap implementasi. Proses implementasi dilakukan berdasarkan arsitektur jaringan yang telah dirancang. Beberapa tahapan yang dilakukan meliputi perancangan fisik serta konfigurasi sistem pada *GPON*, *Mikrotik* dan *Elastix*. Tahap perancangan fisik dilakukan dengan menghubungkan *GPON* pada *Switch Distribution* melalui kabel LAN yang nantinya menjadikan *Uplink* pada *Elastix Server* dan *Mikrotik Distribution*, untuk terhubung pada jaringan konvensional atau *PTSN* pihak Building Management menyewa *SIP Trunk* dari Telkom berupa nomor *PTSN* untuk dijadikan penghubung antara jaringan *PTSN* dengan jaringan local pada Building Management yaitu

dengan menghubungkan *GPON* milik Telkom dengan *Switch Distribution* agar dapat diteruskan ke perangkat *VOIP*. Dari *GPON*, *uplink* dialirkan melalui kabel *fiber optic* pada *ONT* lalu dari port *ONT* kabel di hubungkan ke *Mikrotik* dan *Switch VOIP* yang ada di Building Management agar dapat berkomunikasi. Rancangan jaringan yang telah dibangun kemudian dimonitor dengan menggunakan *parameter QoS*. Dalam studi [11] dijelaskan bahwa *QoS* merupakan parameter untuk mengukur tingkat kualitas dari sebuah layanan. Dalam hal ini terdapat tiga kategori sebagai parameter untuk menentukan kualitas pada layanan jaringan, yaitu :

Delay

Delay adalah keterlambatan suatu paket yang disebabkan oleh proses transfer antara dua titik. Oleh karena itu, delay pada jaringan juga menjadi keunggulan yang dapat dijadikan acuan dalam menilai efisiensi dan kualitas transmisi data. Akibat keterlambatan tersebut maka data yang diterima akan mengalami waktu tunda dan mengakibatkan suara yang terputus-putus. [12]

Berikut adalah cara menghitung Delay :

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Jumlah total paket}}$$

Jitter

Jitter dapat diartikan sebagai variasi delay dengan blok-blok yang saling berurutan. Tingginya nilai jitter akan berpengaruh dengan besarnya keterlambatan antar paket (congestion) yang ada dalam jaringan. Perbedaan delay dengan jitter dapat dilihat dari keterlambatan paket yang dikirim, jitter memiliki keterlambatan yang tidak menentu dikarenakan dengan perbedaan perangkat yang digunakan. Perbedaan ini mengakibatkan paket ketika dikirim menjadi tidak sama lagi. Berbeda dengan delay, keterlambatannya bersifat konstan. [13]

Berikut adalah cara menghitung Jitter :

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Jitter}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

Yang terakhir adalah *Packet Loss* :

Packet Loss

Packet Loss dalam sebuah jumlal [14] dapat diartikan sebagai gagalnya paket yang dikirim dari titik satu ke titik lainnya. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan, dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya yaitu:

1. Adanya *overload traffic* pada jaringan.
2. Tabrakan (*congestion*) pada jaringan.
3. Perangkat fisik yang error.

4. Terputusnya koneksi pada jaringan.

Berikut adalah cara menghitung *Packet Loss* :

$$\text{Packet Loss} = \left(\frac{\text{Jumlah paket yang dikirim} - \text{jumlah paket yang hilang}}{\text{Jumlah paket yang dikirim}} \right) \times 100$$

Tabel 2, 3, dan 4 menyajikan kategori *parameter QoS* sebagai nilai acuan berdasarkan standarisasi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*).

Tabel 2. Kategori Delay

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

Tabel 3. Kategori Jitter

Kategori	Jitter (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms s/d 75 ms	3
Sedang	76 ms s/d 125 ms	2
Buruk	125 ms s/d 225 ms	1

Tabel 4. Kategori Packet Loss

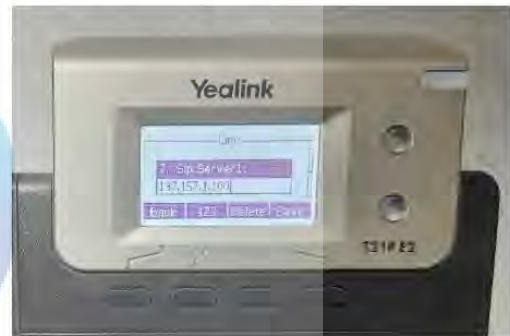
Kategori	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

Dengan membuat *IP Address* dan *VLAN* pada *Mikrotik Distribution VOIP* yang nantinya akan digunakan untuk *IP Elastix Server*. Setelah *IP* dan *VLAN* dibuat selanjutnya mengkonfigurasi *Elastix* yang sudah di install pada *Operating System* dengan menggunakan *IP* 197.157.1.100 dan *Gateway* 197.157.1.1. konfigurasi *Elastix* tersebut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi Elastix

Dengan mengkonfigurasi *IP* pada *Elastix* nantinya *IP* tersebut menjadi *SIP Server* pada *IP Phone* serta *IP* tersebut dapat digunakan untuk mengakses *Elastix Server* itu sendiri yang akan digunakan pada *Building Management*. *SIP Server* dan akses *Elastix Server* disajikan pada Gambar 5 dan 6.

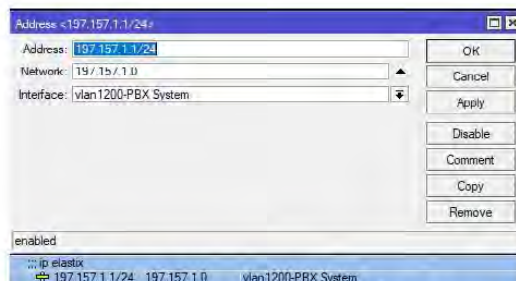


Gambar 5. SIP Server

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konfigurasi IP Server Elastix

Dari hasil rancangan yang sudah dibuat, implementasi *voip* ini perlu mengkonfigurasi beberapa perangkat yang ada di *Building Management*. Pada tahap awal yaitu dengan membuat *IP Address* dan *VLAN* untuk *Elastix Server* pada *Mikrotik* dengan *IP* 197.157.1.1/24 dan menggunakan *Vlan* 1200, konfigurasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. IP Address dan Vlan Elastix Server



Gambar 6. IP Server Elastix

B. Konfigurasi Extension pada Elastix Server

Pada implementasi *voip* ini *Building Management* menggunakan 2 *Extension*, *Extension* 208 dan *Extension* 209 dengan nomor line Telkom yang diassign melalui *SIP Trunk* yang sudah di routing ke dalam *Elastix Server* yang nantinya akan digunakan oleh *Building Management*, dengan nomor yang disewa menjadi *Line Telpon*, dengan begitu *Extension* yang sudah dibuat dapat digunakan tidak hanya pada antar *Extension* akan tetapi bisa digunakan ke jaringan seluler atau bisa di

sebut dengan jaringan *PTSN* [15], dengan begitu kedua *Extension* tersebut bisa di 3 digit terakhir pada nomor tersebut. Untuk membuat *Extension* ada pada menu *PBX* lalu pilih *Extension* dan hanya perlu mengisi bagian *User Extension*, *Display Name*, *Outbound CID* dan *Secret*. Pada bagian *User Extension* merupakan nama akun yang akan digunakan untuk mengetahui user yang menggunakannya baik pada *Elastix* maupun *Ip Phone*. Untuk *Display Name* merupakan nama user yang nantinya akan ditampilkan pada *Ip Phone*, meski begitu *Display Name* ini nantinya dapat diganti sesuai dengan keinginan user, lalu yang terakhir ada *Secret* atau bisa disebut dengan *password*, pada bagian *Secret* ini merupakan *password* yang nantinya akan digunakan pada *Ip Phone*. *Konfigurasi Extension* disajikan pada Gambar nomor 7 dan 8.



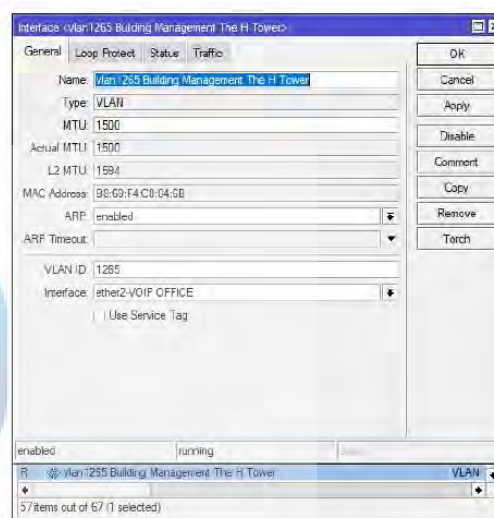
Gambar 7. Konfigurasi Extension



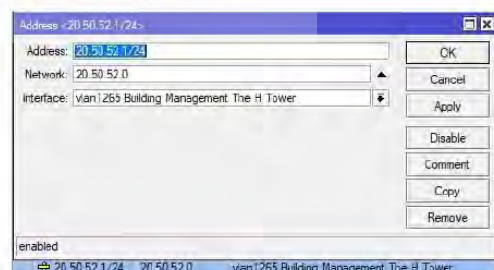
Gambar 8. Konfigurasi Extension

C. Konfigurasi Profile Voip pada Mikrotik dan Gpon

Arsitektur voip terdapat banyak perangkat yang saling terhubung, dengan begitu diperlukan beberapa *routing* pada perangkat yang ada. Pada tahap *implementasi voip* pada Building Management ini diperlukan *Vlan* serta *IP Address* yang nanti akan digunakan pada *Ip Phone*. Dengan *Vlan* dan *IP Address* ini nantinya digunakan untuk menemuskan paket yang akan dikirim. Untuk membuat *Vlan* terdapat pada menu *Interfaces*, lalu pada halaman *Interface List* pilih *Vlan*, sedangkan untuk membuat *IP Address* berada pada menu *IP* lalu pilih menu *Addresses*. Building Management menggunakan *Vlan 1265*, sedangkan *IP Address* yang digunakan yaitu 20.50.52.2 untuk *Extension 208* dan *IP Address 20.50.52.3* untuk *Extension 209*. Hasilnya disajikan pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Hasil Konfigurasi Vlan Building Management



Gambar 10. Hasil Konfigurasi IP Address Building Management

```

OLT-HTOWER(config)#interface gpon-
onu_1/2/8:3
OLT-HTOWER(config-if)#name ONTF620_1/2/8:3
OLT-HTOWER(config-if)#description BUILDING
MANAGEMENT THE H TOWER
OLT-HTOWER(config-if)#tcont 1 name VOIP
profile UP-1M
OLT-HTOWER(config-if)#gemport 1 tcont 1
OLT-HTOWER(config-if)#switchport mode hybrid
vport 1
OLT-HTOWER(config-if)#service-port 1 vport 1
user-vlan 1265 vlan 1265
OLT-HTOWER(config-if)#exit
OLT-HTOWER(config)#show running-config
interface gpon-onu_1/2/8:3
Building configuration...
interface gpon-onu_1/2/8:3
name ONTF620_1/2/8:3
description BUILDING MANAGEMENT THE H
TOWER
tcont 1 name VOIP profile UP-1M
gemport 1 tcont 1
service-port 1 vport 1 user-vlan 1265 vlan
1265
!
end
OLT-HTOWER(config)#show onu running config
gpon-onu_1/2/8:3
pon-onu-mng gpon-onu_1/2/8:3
!
OLT-HTOWER(config)#pon-onu-mng gpon-
onu_1/2/8:3
OLT-HTOWER(gpon-onu-mng 1/2/8:3)#flow 2
switch switch_0/1
OLT-HTOWER(gpon-onu-mng 1/2/8:3)#flow mode 1
tag-filter vlan-filter untag
OLT-HTOWER(gpon-onu-mng 1/2/8:3)#$ tag-
filter vlan-filter untag-filter discard
OLT-HTOWER(gpon-onu-mng 1/2/8:3)#flow 1 pri
0 vlan 1265
OLT-HTOWER(gpon-onu-mng 1/2/8:3)#gemport 1
flow 1
OLT-HTOWER(gpon-onu-mng 1/2/8:3)#vlan port
eth_0/2 mode tag vlan 1265
OLT-HTOWER(gpon-onu-mng 1/2/8:3)#exit
OLT-HTOWER(config)#show onu running config
gpon-onu_1/2/8:3
pon-onu-mng gpon-onu_1/2/8:3
flow 2 switch switch_0/1
flow mode 1 tag-filter vlan-filter untag-
filter discard
flow 1 pri 0 vlan 1265
gemport 1 flow 1
vlan port eth_0/2 mode tag vlan 1265
!
OLT-HTOWER(config)#

```

Gambar 11. Konfigurasi ONT

Setelah membuat Vlan dan IP Address pada Mikrotik Distribution selanjutnya melakukan konfigurasi pada ONT yang berada di Building Management, ONT sebagai perangkat end pada arsitektur GPON yang merupakan perangkat aktif yang dipasang disisi Building Management yang berfungsi mengubah sinyal optic menjadi sinyal elektrik yang dapat mengah silka n layanan voice, internet dan TV [16]. tahap konfigurasi ONT ini dilakukan via Telnet dengan mengakses IP Remote yang sudah dibuat pada Mikrotik Distribution, IP Address Remote tersebut lalu diberikan Vlan yang ditag pada Switch Distribution agar dapat

diteruskan ke OLT. Pada konfigurasi ONT ini diperlukan penyesuaian Serial Number ONT yang ada pada Building Management lalu diperlukan juga slot ONU yang kosong agar dapat bisa digunakan, setelah Serial Number dan ONU sudah sesuai dan sudah ditentukan maka profil untuk Building Management sudah bisa lanjut dikonfigurasi, Konfigurasi disajikan pada Gambarnomor11.

D. Registrasi Profile VOIP Building Management pada Ip Phone

Building Management The H Tower menggunakan IP Phone (yea link T21PE2) sebagai alat komunikasi utama karena mudah dioperasikan dan mendukung Protocol SIP [17]. Untuk aktivasinya diperlukan IP Address yang sudah dibuat seperti terdapat pa da Gambar nomor 9 da n 10 dan juga membutuhkan Extension yang dibuat dengan protocol Session Initiation Protocol (SIP) pada Server Elastix seperti yang terdapat pada gambar 7 dan 8. Pada proses Registrasi Extension terdapat beberapa tahap pada Ip Phone ataupun Softphone yaitu ta hap perta ma konfigurasi IP Address terlebih dahulu dengan menuju ke Menu lalu pilih Mem Advanced Settings dan pilih nomor 2 yaitu Network, pada halaman Network pilih pada nomor 1 yaitu WAN Port, pilih Static IP4 Client. pada Gambar nomor 12 merupakan konfigurasi pada bagian network. Pada tahap kedua yaitu registrasi account dengan menuju Menu lalu pilih Advanced Settings dan pilih Accounts, pada Gambar nomor 13 merupakan bagian registrasi account yang perlu diisikan.

No	Extension	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway	Dns
1	208	20.50.52.2	255.255.255.0	20.50.52.1	175.106.15.5
2	209	20.50.52.3	255.255.255.0	20.50.52.1	175.106.15.5

Gambar 12. Konfigurasi Network pada Ip hone

No	Account Name	Extension	Account Name	User Name	Passwd	SOI
1	Active	208	BM The H Tower 208	208	208	bmhtw208
2	Active	209	BM The H Tower 209	209	209	bmhtw209

Gambar 13. Konfigurasi Account pada Ip hone

Setelah Konfigurasi Network dan Account, pada Gambar nomor 14 dan 15 merupakan tampilan utama pada displa y menandakan konfigurasi network dan registrasi account telah selsai.



Gambar 14. Hasil Registrasi Extension 208

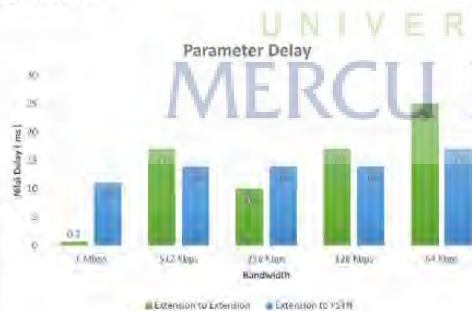


Gambar 15. Hasil Registrasi Extension 209

D. Pengujian QoS

Pengujian *QoS* dilakukan untuk meyakinkan bahwa sistem telah berjalan dengan kondisi yang baik sesuai dengan standar. Beberapa parameter yang diuji meliputi *Delay*, *Jitter* dan *Packet Loss*. Dalam pengujian ini, digunakan perangkat *IP Phone* dan Aplikasi *Wireshark* dan *Zoiper* sebagai alat bantu selama proses pengujian. Mekanisme pengujian dilakukan pada saat sistem belum dioperasikan karena diperlukan uji coba dengan perhitungan *QoS* apakah arsitektur jaringan tersebut telah sesuai dengan implementasi *voip* yang dibangun dan apakah telah memenuhi standar *QoS* pada *THIPON*.

Pada tahap pertama dilakukan pengukuran untuk parameter *Delay*, dari hasil yang di dapat menunjukan Ketika *bandwidth* yang diberikan semakin kecil maka tingkat *delay* yang dialami maka semakin tinggi. Meski begitu hasil dalam pengujian yang di dapat apabila *Delay* < 150 maka menurut standarisasi *THIPON* hasil ini masih menunjukan kategori yang sangat bagus. Hasil pengujian dengan parameter *Delay* disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Parameter Delay

Pengujian *QoS* berikutnya adalah untuk parameter *Jitter*. Hasil yang di dapat menunjukan semakin besar *bandwidth* yang diberikan maka semakin kecil juga *Jitter* yang terjadi pada jaringan *voip*, *Jitter* yang tinggi dapat menghasilkan *buffering* dan *interupsi* lainnya, namun dengan rata-rata *Jitter* yang di dapatkan dengan

mengacu pada standarisasi *THIPON* maka hasil rata-rata yang di dapatkan masih < 75 dengan begitu *Jitter* yang di dapatkan masih termasuk kategori yang Bagus. Hasil pengujian dengan parameter *Jitter* disajikan pada Gambar 17.



Gambar 17. Parameter Jitter

Selanjutnya pengujian pada parameter *Packet Loss*. Hasil pengujian yang di dapatkan menunjukan bahwa *bandwidth* 64 Kbps menunjukan *Packet Loss* yang paling tinggi dan dengan *bandwidth* 1 Mbps menunjukan hasil yang cukup rendah, disini menunjukan kapasitas *bandwidth* yang digunakan cukup berpengaruh pada setiap penggunaan *voip*. Meski begitu apabila dilihat dari standarisasi *THIPON* maka rata-rata keseluruhan yang di dapat masih dikategorikan masuk pada kualitas yang sangat bagus. Hasil Parameter *Jitter* disajikan pada Gambar nomor 18.



Gambar 18. Hasil Parameter Packet Loss.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisa *Quality of Service (QoS)* yang telah dilakukan pada Implementasi *Voice Over Internet Protocol (VOIP)* pada *Elastix server* menggunakan *Session Initiation Protocol (SIP)* ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Kualitas suara yang diperoleh pada *VoIP* sangat tergantung pada besar *bandwidth*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*.

- b. Dalam pengujian *voip* dapat diketahui apabila *bandwidth* yang diberikan semakin kecil maka suara yang dihasilkan akan semakin kurang jelas bahkan menyebabkan *delay* yang tinggi.
- c. Dari hasil yang didapat menunjukan kualitas *bandwidth* 1 *Mbps* dapat bekerja dengan baik maka dari itu Building Management menggunakan kapasitas *bandwidth* sebesar 1 *Mbps*.
- d. Dengan pengujian yang direkam melalui aplikasi *Wireshark* menunjukan *Protocol SIP* yang bekerja dengan *Elastix Server* dapat berjalan dengan kualitas yang sangat baik.
- e. Dengan menggunakan teknologi *VoIP* ini, Building Management The H Tower tidak dikenakan biaya yang begitu banyak karena menggunakan jaringan yang sudah ada untuk membangun sistem komunikasi *VoIP*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Building Management The H Tower sebagai pihak yang memfasilitasi penelitian ini melalui skema kerjasama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Informatika, "PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI VOIP (Voice Over Internet Protocol) BERBASIS SIP DENGAN MENGGUNAKAN METODE PPDIOO PADA PT .," *Tek. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 40–46, 2019.
- [2] G. H. A. Kusuma, "Implementasi Voip Elastix Server Pada PT XYZ," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [3] R. Toyib and I. Wardiman, "IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) BERBASIS LINUX (Studi Kasus SMK Negeri 03 Bengkulu)," *J. Pseudocode*, vol. VII, no. 1, pp. 41–50, 2020.
- [4] M. Exsan and U. Fadlilah, "Pembangunan Infrastruktur Voice Over Internet Protocol di Organisasi Perangkat Daerah Boyolali menggunakan Server Elastix," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 17, no. 2, pp. 39–47, 2017, doi: 10.23917/emit.v17i2.6233.
- [5] H. Nurdyana, A. Mulyana, H. C. Dillak, and S. Kom, "MEMBANGUN CALL CENTER MENGGUNAKAN VOIP SERVER BERBASIS ELASTIX DI PT. CHARISMA PERSADA NUSANTARA BUILD CALL CENTRE USING VOIP SERVER BASED ON ELASTIX IN PT. CHARISMA PERSADA NUSANTARA," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 2475–2484, 2018.
- [6] N. M. Edan, A. Al-Sherbaz, S. Turner, and S. Ajit, "Performance evaluation of QoS using SIP & IAX2 VVoIP protocols with CODECS," *Proc. 2016 SAI Comput. Conf. SAI 2016*, no. February 2018, pp. 631–636, 2016, doi: 10.1109/SAI.2016.7556048.
- [7] Mursyid, "IMPLEMENTASI VOIP SERVER BERBASIS LINUX ASTERISKNOW," *J. Comasie*, vol. 03, pp. 56–63, 2020.
- [8] M. Hariyadi and N. Abidin, "Implementasi Dan Analisa Quality of Service Wireless Voip Berbasis Sip Pada Mobile Adhoc Network Berbasis Openwrt," *NJCA (Nusantara J. Comput. Its Appl.)*, vol. 3, no. 2, pp. 135–145, 2018, doi: 10.36564/njca.v3i2.73.
- [9] P. T. Telkom, "Analisis dan Implementasi GPON dan MSAN untuk Layanan Triple Play pada 2 Kota ARNET," no. September, pp. 2–5, 2019.
- [10] Armanto, "IMPLEMENTASI SERVER VoIP (Voice Over Internet Protocol) PADA KANTOR KECAMATAN SALING KABUPATEN EMPAT LAWANG," *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 3, no. 2, pp. 126–333, 2018.
- [11] Sutarji, Siswanto, and A. Subandi, "Implementasi Dan Analisis QoS (Quality of Service) Pada VoIP (Voice Over Internet Protocol) Berbasis Linux," *J. PROSISKO*, vol. 5, no. 2, pp. 92–101, 2018.
- [12] A. A. Zuqhra and N. R. Rosyid, "Implementasi Dan Analisis Metode Hierarchical Token Bucket dan Per Connection Queue pada Jaringan Multi Protocol Label Switching Traffic Engineering untuk Layanan Voice over Internet Protocol," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, pp. 465–477, 2018.
- [13] M. A. Musthofa, P. H. Trisnawan, and R. Primananda, "Perancangan Jaringan VoIP Berbasis SIP pada Wireless Mesh Network (WMN) menggunakan Routing Protocol OLSR," vol. 3, no. 9, pp. 9061–9069, 2019.
- [14] I. Nurrobbil and R. Adam, "PENERAPAN METODE QoS (QUALITY OF SERVICE) UNTUK MENGANALISA KUALITAS KINERJA," vol. 10, no. 1, pp. 47–58, 2020.
- [15] R. Usman, "Analisis Perancangan Voice Over IP (VoIP) Menggunakan Server PBX Via Wlan dan Interkoneksi Dengan Jaringan GSM," *J. IT*, vol. 9, no. 1, pp. 33–46, 2018.
- [16] S. Sitohang and S. A. Setiawan, "Implementasi Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon)," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 879–888, 2018, doi: 10.24126/simet.v9i2.2430.
- [17] A. Azhar, M. Badrul, and Akmaludin, "Penerapan Voice Over Protocol (VoIP) untuk Optimalisasi Jaringan pada Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional," *Prosisko*, vol. 5, no. 1, pp. 1–17, 2018.

KERTAS KERJA

Ringkasan

Laporan ini menyajikan hasil mekanisme dari Implementasi *Voice Over Internet Protocol (VOIP)* pada *elastix server* menggunakan *Session Initiation Protocol (SIP)* yang diterapkan untuk memberikan system komunikasi yang berkualitas, mudah diterapkan dan digunakan serta biaya yang murah. Beberapa tahapan meliputi analisis, perancangan, implementasi, hingga skema pengujian diuraikan dalam laporan ini.

