

**ANALISIS *QUALITY OF SERVICE (QoS)* VoIP  
DENGAN VPN METODE *SECURE SOCKET LAYER (SSL)* DAN  
*LAYER 2 TUNNELING PROTOCOL IP SECURITY (L2TP IPSEC)***



**UNIVERSITAS  
TESIS  
MERCU BUANA**

**OLEH  
ERRYC DARMAWAN  
55420110029**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA**

**2022**

## ABSTRAK

Abstrak - *VoIP Quality of Service (QoS)* distandarisasikan karena sangat sensitif terhadap kehilangan dan keterlambatan paket informasi. *QoS VoIP* diperlukan untuk memastikan bahwa paket suara tidak tertunda atau hilang selama transmisi melalui jaringan. Penggunaan *Virtual Private Network (VPN)* merupakan salah satu solusi untuk data enkripsi dan menutup celah keamanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh beberapa mekanisme sistem keamanan *VPN* pada *QoS VoIP* dan menganalisa berdasarkan pengukuran faktor-faktor utama yang mempengaruhi menurut standarisasi meliputi: *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss* serta pengukuran *MOS (Mean Opinion Score)*. Perbandingan performa yang dihasilkan dengan beberapa mekanisme sistem keamanan *VPN* yang menggunakan metode *Layer 2 tunnelling protocol (L2TP IPSEC)* dan *Secure Socket Layer (SSL)*. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa hasil *QoS* kedua metode *VPN* adalah Sangat Baik sesuai rekomendasi *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON)* dan *ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)*. Performansi *VoIP VPN* metode *L2TP IPsec* dengan *authentication algorithm sha1* enkripsi (*aes-256*) mendapatkan hasil lebih baik untuk *delay* dan *jitter* jika dibandingkan dengan metode *VPN* metode *SSL* enkripsi *Transport Layer Security (TLS 1.2)*. Rata rata *delay* untuk *VPN SSL Forticlient* sebesar 10,014 ms sedangkan Rata rata *delay* untuk *VPN L2TP IPSEC* 9,841 ms serta rata rata *jitter VPN SSL Forticlient* sebesar 10,007 ms sedangkan rata rata *jitter* untuk *VPN L2TP IPSEC* 9,842 ms. *MOS* 4,2576 untuk *VPN L2TP* dan *MOS* 4,2575 untuk *VPN SSL* dengan kategori standarisasi Baik. Hasil pengujian ini dapat dijadikan referensi untuk menentukan perancangan implementasi sistem keamanan *VoIP* yang terbaik dengan mekanisme sistem keamanan *VPN* metode *L2TP IPSEC* dan *SSL*.

*Keyword* – *VoIP, VPN, QoS, L2TP, IPSEC, SSL, MOS*

## ABSTRACT

*Abstract - Quality of Service (QoS) is required and standardized because VoIP is very sensitive to loss and delay of information packets. VoIP QoS is required to ensure that voice packets are not lost during transmission over the network. The use of a Virtual Private Network (VPN) is one solution to close vulnerable security gaps for data confidentiality. The purpose of this research is to study the effect of several VPN security system mechanisms on VoIP QoS and analyze them based on the measurement of the main factors that influence it according to standardization, including: delay, jitter, throughput, and packet loss, as well as MOS (Mean Opinion Score). Comparison of the resulting performance with VPN security system mechanisms that use L2TP IPSEC and SSL methods. This study concludes that the QoS results of the two VPN methods are very good according to the recommendations of TIPHON and ITU-T. However, VoIP performance L2TP IPsec method with encryption AES-256 gets better results for delay and jitter compared to the VPN encryption method SSL TLS 1.2. The average delay for VPN SSL Forticlient is 10,014 ms while the average delay for VPN L2TP IPSEC is 9,841 ms and the average jitter for VPN SSL Forticlient is 10,007 ms while the average jitter for VPN L2TP IPSEC is 9,842 ms. MOS 4.2576 for L2TP VPN and MOS 4.2575 for SSL VPN with standardization category Good. The results of this simulation comparative analysis can be used as a reference to determine the design of the best VoIP security system implementation with a VPN security system mechanism using L2TP IPSEC and SSL methods.*

*Keywords – VoIP, VPN, QoS, L2TP, IPSEC, SSL, MOS*

## PENGESAHAN TESIS

Judul : *Analisis Quality Of Service (QoS) VoIP  
Dengan VPN Metode Secure Socket Layer (SSL) Dan  
Layer 2 Tunneling Protocol Ip Security (L2TP IPsec)*

Nama : Erryc Darmawan

NIM : 55420110029

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Tanggal : 18 Juni 2022

Pembimbing,



Dr. Setiyo Badiyanto, M.T.

MERCU BUANA

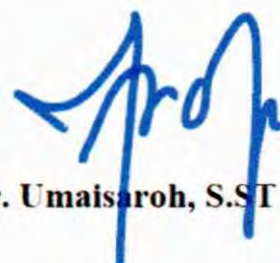
Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.



Dr. Umairroh, S.ST

## PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Erryc Darmawan  
NIM : 55420110029  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Dengan judul **“Analisis Quality Of Service (QoS) VoIP Dengan VPN Metode Secure Socket Layer (SSL) Dan Layer 2 Tunneling Protocol IP Security (L2TP IPsec)”** telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan *system* Turnitin pada tanggal 16 Juni 2022 didapatkan nilai presentase sebesar 22%.



Jakarta, 18 Juni 2022

Administrator Turnitin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



**Miyono, S.Kom**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : ***Analisis Quality Of Service (QoS) VoIP Dengan VPN Metode Secure Socket Layer (SSL) Dan Layer 2 Tunneling Protocol IP Security (L2TP IPsec)***

Nama : Erryc Darmawan

NIM : 55420110029

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Tanggal : 11 Juni 2022

Merupakan hasil studi pustaka, studi literature, design, simulasi dan penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Juni 2022



Erryc Darmawan

55420110029

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala, Sang Maha Pencipta dan pengatur alam semesta, berkat rahmat, hidayah dan ridho-Nya, penulis akhirnya mampu menyelesaikan tesis yang berjudul:

***“ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QoS) VoIP  
DENGAN VPN METODE SECURE SOCKET LAYER (SSL) DAN  
LAYER 2 TUNNELING PROTOCOL IP SECURITY (L2TP IPSEC)”***

Tesis ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Pasca Sarjana Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Selesaiannya tesis ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak dan secara khusus pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dekan Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.
3. Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
4. Dr. Setiyo Budiyanto, ST. MT, selaku dosen pembimbing tesis yang telah bersedia memberikan waktu dan bimbingan sehingga dapat terselesaikannya tesis ini.
5. Para dosen pengajar dan staf karyawan di Program Pasca Sarjana Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang dedikasi dan keikhlasannya mencurahkan segala ilmu dan waktu dalam menjalankan tugas mulia.
6. Teristimewa, kedua orang tua tercinta, Mamah dan Bapak yang selalu berjuang dan berdoa yang terbaik untuk saya.
7. Isteri dan anak anak tercinta, yang tidak hentinya selalu mendukung, menyemangati, mendoakan saya, dalam menyelesaikan pendidikan dan tesis ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 27 mahasiswa peserta Magister Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.

9. Rekan kerja di perusahaan tempat penulis bekerja atas bantuan dan dukungannya.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan adanya kekurangan dan keterbatasan pada tulisan dan analisa yang penulis sampaikan. Untuk kesempurnaan dan kesinambungan tulisan atau implementasi dari tulisan ini, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Selain itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan diri, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kelemahan dalam tesis ini. Akhir kata, penulis berharap tesis ini bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya..

Jakarta, 11 Juni 2022

Erryc Darmawan



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PENGESAHAN TESIS .....	iii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat dan Kontribusi Penelitian .....	7
F. Sistematika Penulisan .....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
A. Penelitian Terdahulu .....	8
B. STANDAR QOS.....	10
C. VPN ( Virtual Private Network) .....	14
D. VoIP .....	16
E. Internet Protocol Security (IPSec) .....	16
F. Teknologi Tunnelling.....	16
G. Routing.....	17
H. Asterisk dan SIP.....	17
I. Remote Working.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	19
A. Flowchart Pelaksanaan Penelitian.....	19
B. Proses Analisa Penelitan .....	21

1. Instalasi System VoIP .....	21
2. Konfigurasi PBX VoIP Machine .....	21
3. Konfigurasi Router CCR Mikrotik .....	21
4. Konfigurasi Fortigate Forticlient .....	21
5. Konfigurasi User Endpoint .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
BAB V KESIMPULAN.....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	50
LAMPIRAN.....	53
A. Lampiran 1 : Hasil Similarity Check .....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Referensi Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 2. 2 Tabel Kategori Delay versi TIPHON.....	11
Tabel 2. 3 Tabel Kategori Delay versi ITU-T.....	11
Tabel 2. 4 Tabel Kategori Jitter versi TIPHON.....	12
Tabel 2. 5 Tabel Kategori Packet Loss versi TIPHON.....	12
Tabel 2. 6 Tabel Kategori Packet Loss versi ITU-T.....	12
Tabel 2. 7 Tabel Kategori Throughput versi TIPHON.....	13
Tabel 2. 8 Tabel Nilai MOS.....	14
Tabel 3. 1 Tabel Perangkat Pendukung Penelitian.....	22



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Penelitian.....	3
Gambar 3. 1 Flowchart Pelaksanaan Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Topologi Pelaksanaan Penelitian ( <i>High Level Design</i> ).....	22
Gambar 3.3 Skema 1 Simulasi Percobaan Penelitian .....	23
Gambar 3.4 Skema 2 Simulasi Percobaan Penelitian .....	24
Gambar 3.5 Perangkat Pendukung Penelitian.....	26
Gambar 3.6 Konfigurasi VPN SSL Forticlient .....	27
Gambar 3.7 Konfigurasi VPN L2TP IPSEC.....	28
Gambar 3.8 Konfigurasi Extension 1 VoIP pada Elastix Server .....	28
Gambar 3.9 Konfigurasi Extension 2 VoIP pada Elastix Server .....	29
Gambar 3.10 Konfigurasi Extension VoIP Laptop menggunakan Aplikasi 3CX.....	30
Gambar 3.11 Kecepatan Internet Indihome saat Simulasi .....	30
Gambar 4. 1 Wireshark Statistik VoIP VPN SSL.....	33
Gambar 4. 2 Wireshark Statistik VoIP VPN L2TP IPSEC.....	36
Gambar 4. 3 Hasil Perbandingan QoS pada VPN SSL dan L2TP IPSEC .....	46
Gambar 5. 1 Hasil QoS Parameter Delay dan Jitter pada VPN SSL dan L2TP IPSEC....	49

## DAFTAR SINGKATAN

OS	: Quality of Service
MOS	: Mean Opinion Score
VoIP	: Voice over Internet Protocol
DoS	: Denial of Service
VPN	: Virtual Private Network
IP	: Internet Protocol
L2TP	: Layer 2 Tunnelling Protocol
IPSec	: Internet Protocol Security
SSL	: Secure Socket Layer
PPPoE	: Point to Point Protocol over Ethernet
PPTP	: Point to Point Tunneling Protocol
GSM	: Global System to Mobile communication
PBX	: IP Private Branch eXchange
SIP	: Session Initiation Protocol
ISP	: Internet Service Provider
VM	: Virtual Machine
OS	: Operating System
Mbps	: Mega bit per second
ETSI	: European Telecommunications Standards Institute
ITU-T	: International Telecommunication Union – Telecommunication
WFH	: Work From Home
IAX	: Inter-Asterisk eXchange
GPL	: General Public License
TIPHON	: Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks