

**ANALISIS KEAMANAN DAN PENGARUH PERUBAHAN *CODEC*
TERHADAP *QUALITY OF SERVICE*
DARI TELEPON SUARA TERENKRIPSI
PADA *VOICE OVER IP* FREEPBX**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Bagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada Departemen Pendidikan Ilmu Komputer
Program Studi Ilmu Komputer



Asep Saepul Achmad

1606172

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
DEPARTEMEN PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2022

**ANALISIS KEAMANAN DAN PENGARUH PERUBAHAN CODEC
TERHADAP QUALITY OF SERVICE
DARI TELEPON SUARA TERENKRIPSI
PADA VOICE OVER IP FREEPBX**

Oleh

Asep Saepul Achmad

1606172

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Asep Saepul Achmad

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2022

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Asep Saepul Achmad

1601672

**ANALISIS KEAMANAN DAN PENGARUH PERUBAHAN CODEC
TERHADAP *QUALITY OF SERVICE*
DARI TELEPON SUARA TERENKRIPSI
PADA *VOICE OVER IP FREEPBX***

Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I



Dr. Muhammad Nursalman, M.T.

NIP. 19790929006041002

Pembimbing II



Rizky Rahman J., M.Kom.

NIP. 197711252006041002

Mengetahui,
Ketua Departemen Ilmu Komputer



Dr. Rani Megasari, M. T.

NIP. 198705242014042002

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Analisis Keamanan dan Pengaruh Perubahan *Codec* Terhadap *Quality of Service* dari Telepon Suara Terenkripsi pada *Voice Over IP FreePBX***” ini sepenuhnya hasil karya saya sendiri. Tidak ada bagian di dalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2022
Yang Membuat Pernyataan,

Asep Saepul Achmad

NIM. 1606172

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur selalu tercurahkan atas kehadiran Allah SWT karena hanya kebesaran-Nya dan kehendak-Nya serta karunia-Nya penyusunan skripsi yang berjudul “**Analisis Keamanan dan Pengaruh Perubahan Codec Terhadap Quality of Service dari Telepon Suara Terenkripsi pada Voice Over IP FreePBX**” dapat selesai.

Penyusunan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer atas jenjang S1 pada Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan yang perlu disempurnakan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik yang membangun agar tidak terjadi kesalahan yang sama dikemudian hari dan dapat meningkatkan kualitas ke tahap yang lebih baik.

Bandung, Agustus 2022
Penulis,

Asep Saepul Achmad
NIM. 1606172

ABSTRAK

VoIP adalah salah satu teknologi komunikasi yang sering digunakan banyak orang sebagai komunikasi dengan media audio dan video secara *online*. VoIP juga bisa digunakan hanya untuk komunikasi sekumpulan grup kecil. Produk VoIP yang populer digunakan untuk lingkungan internal adalah ZoIPer, MicroSIP, FreePBX, SIPSorcery, Linphone. Komunikasi pada VoIP bisa menggunakan media *audio* dan *video*. Komunikasi melalui VoIP memerlukan kualitas yang baik dan keamanan yang baik juga. Salah satu produk VoIP yang populer yaitu FreePBX menawarkan pengelolaan berbagai produk VoIP dengan server VoIP miliknya. Server tersebut bisa mengelola panggilan *audio* untuk komunikasi internal dan mempunyai keamanan yang baik, dan dapat menjaga kualitas suara telepon pada VoIP. Salah satu keamanan VoIP yang digunakan oleh FreePBX adalah TLS-SRTP. Server mengamankan data telepon suara pada VoIP dengan *chiper suites* yang kompleks, sertifikat, dan kunci-kunci pendukung enkripsi data telepon VoIP. Selain keamanan, demi meningkatkan kualitas suara FreePBX juga menggunakan *Codec* terkini seperti *Alaw*, *Ulaw*, *G722*, *G729*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menampilkan hasil pengujian keamanan telepon suara VoIP pada Server FreePBX, menganalisis *Quality of Service* dari *Codec* suara pada telepon VoIP, dan membandingkan telepon suara VoIP terenkripsi dan tanpa enkripsi. Analisis telepon suara VoIP menggunakan aplikasi Wireshark. Kriteria *Quality of Service* dari telepon suara terdiri dari *packet loss*, *jitter*, dan *delay* atau *delta*. Kemudian, uji keamanan VoIP menggunakan metode penyerangan *Man In The Middle Attack* (ARP *Poisoning*) pada aplikasi Cain and Abel. Selanjutnya, analisis perbandingan antara telepon terenkripsi dan tanpa enkripsi menggunakan *SoftPhone* SIPSorcery. Hasil pengujian untuk QoS dari telepon VoIP terenkripsi dengan *Codec audio* berbeda-beda ialah sangat baik dan penilaian ini berdasarkan standar QoS TIPHON. Nilai *delta* terbaik terdapat pada *Codec Ulaw*, nilai *packet loss* terbaik *Codec Ulaw*, dan nilai *jitter* terbaik terdapat pada *Codec Alaw*. Setelah telepon VoIP diserang dengan ARP *Poisoning*, ada penurunan kualitas QoS. Untuk semua *Codec* yang telah diuji coba, nilai *delta* menurun, mulai dari 9.34 % hingga 104.12 %, nilai *jitter* menurun mulai dari 235.49% hingga 767.97%, dan nilai *packet loss* menurun mulai dari 5.56% hingga 181.82%.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	12
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Rumusan Masalah	15
1.3 Tujuan Penelitian.....	15
1.4 Batasan Masalah.....	15
1.5 Sistematika Penulisan.....	16
BAB II KAJIAN TEORI	18
2.1 Penelitian Terdahulu.....	18
2.2 VoIP.....	20
2.1.1 Manfaat VoIP	20
2.1.2 Sistem Kerja VoIP	21
2.1.3 Komponen VoIP	21
2.1.4 Jenis-Jenis VoIP	22
2.1.5 Keuntungan dan Risiko Menggunakan VoIP.....	22
2.1.6 Protokol-Protokol Penunjang VoIP.....	23
2.1.7 <i>Quality of Service VoIP</i>	44
2.1.8 <i>Codec VoIP</i>	45
2.2 Kriptografi	46
2.2.1 Macam – Macam Algoritma Kriptografi	47
2.3 Cyber Attack.....	47
2.3.1 <i>Man in The Middle Attack (MITM)</i>	48

2.3.2	<i>ARP Poisoning</i>	49
2.4	Tools.....	50
2.3.1	Raspberry Pi.....	50
2.3.2	Softphone.....	51
2.3.3	Free PBX.....	51
2.3.4	SIPSorcery.....	52
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	53
3.1	Desain Penelitian.....	53
3.1.1	Studi Literatur.....	54
3.1.2	Analisis dan Desain Sistem.....	54
3.1.3	Perancangan Sistem Voice Over IP Terenkripsi.....	55
1.	56
3.1.4	Skenario Penelitian Sistem VoIP Telepon Suara Terenkripsi dan Tanpa Enkripsi.....	56
3.1.5	Pengujian.....	56
3.1.6	Analisis dan Evaluasi Hasil.....	57
3.2	Metode Penelitian.....	57
3.2.1	Metode Pengumpulan Data.....	58
3.2.2	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	59
3.3	Alat Penelitian.....	60
3.4	Bahan Penelitian.....	61
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	62
4.1	Tahapan Penelitian.....	62
4.1.1	Instalasi Server VoIP.....	63
4.1.2	Pengaturan Nomor Telepon Extension.....	66
4.1.3	Pengaturan Sertifikat dan SIP VoIP dalam Server FreePBX.....	69
4.1.4.	Pengaturan umum SIP.....	70
4.1.5	Pengaturan SoftPhone <i>Client</i> VoIP.....	73
4.1.6	Alur Pemanggilan Telepon dan <i>Sniffing</i> dengan Wireshark.....	75
4.1.7	Pengaturan Penyerangan Telepon VoIP.....	78
4.2	Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	79
4.2.1	Pengujian Keamanan Telepon Suara VoIP FreePBX.....	79

4.2.2	Analisis <i>Quality of Service</i> dari Telepon VoIP Terenkripsi.....	103
4.2.3	Analisis Telepon VoIP Terenkripsi dan Tanpa Enkripsi.	107
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	110
5.1	Kesimpulan.....	110
5.2	Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keuntungan dan Resiko Penggunaan VoIP	23
Tabel 2.2 Keterangan SIP Request.....	26
Tabel 2.3 Parameter Delay standar TIPHON TR 101 329.....	44
Tabel 2.4 Parameter <i>Jitter</i> standar TIPHON TR 101 329.....	45
Tabel 2.5 Parameter <i>Packet Loss</i>	45
Tabel 4.1 Tabel Alur Waktu Proses Telepon VoIP.....	77
Tabel 4.2 Cipher Suite.....	84
Tabel 4.3 Cipher Suite SRTP	97
Tabel 4.4 Hasil QoS telepon suara VoIP terenkripsi dari Wireshark	104
Tabel 4.5 Penilaian QoS telepon suara VoIP terenkripsi.....	105
Tabel 4.6 QoS telepon VoIP terenkripsi + serangan dari capture Wireshark	106
Tabel 4.7 QoS dari telepon terenkripsi yang diserang dengan ARP Poisoning..	107
Tabel 5.1 Presentase Kenaikan dan Penurunan QoS	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penggambaran Penelitian Terkait dengan Penelitian Ini.....	18
Gambar 2.2 Arsitektur VoIP	20
Gambar 2.3 Cara Kerja VoIP	21
Gambar 2.4 Penempatan Protokol SIP pada VoIP <i>Packet Data</i>	24
Gambar 2.5 <i>Call Flow</i> komunikasi VoIP.....	25
Gambar 2.6 Perbandingan <i>Packet Data</i> dengan TLS dan tanpa TLS.....	32
Gambar 2.7 Handshake Flow TLS.....	35
Gambar 2.8 Skenario MITM.....	48
Gambar 2.9 ARP Spoofing	50
Gambar 2.10 Raspberry Pi	51
Gambar 2.11 SIP atau WebRTC VoIP Audio dan Video	52
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	53
Gambar 3.2 Skenario VoIP FreePBX dan SIPSorcery	56
Gambar 3.3 Telepon Terenkripsi	56
Gambar 3.4 Panggilan Terenkripsi + Serangan MiMA	57
Gambar 3.5 VoIP Tanpa Enkripsi.....	57
Gambar 3.6 Model Pengembangan Perangkat Lunak Waterfall.....	59
Gambar 4.1 Aplikasi Raspberry Pi Manager	64
Gambar 4.2 Locale UTF-8	64
Gambar 4.3 Perintah command ifconfig berisi informasi alamat IP Raspberry ...	64
Gambar 4.4 Initial Setup Server VoIP	65
Gambar 4.5 Dashboard Server VoIP FreePBX.....	66
Gambar 4.6 Extension Server VoIP	66
Gambar 4.7 Membuat Akun/Nomor Extension	67
Gambar 4.8 Pengaturan Akun Extension	68
Gambar 4.9 Konfigurasi Extension.....	69
Gambar 4.10 Pengaturan Sertifikat pada Server FreePBX	69
Gambar 4.11 Pengaturan SIP server FreePBX	70
Gambar 4.12 Pengaturan SIP: Security, RTP, <i>Codec</i>	71
Gambar 4.13 Pengaturan SIP untuk PJSIP	72
Gambar 4.14 Pendaftaran Akun VoIP di SoftPhone.....	74

Gambar 4.15 Tampilan SoftPhone SIPSorcery.....	75
Gambar 4.16 Perintah tcpdump untuk capture packet di Server FreePBX.....	76
Gambar 4.17 Proses Telepon VoIP	77
Gambar 4.18 Proses ARP Poisoning Telepon VoIP Terenkripsi.....	78
Gambar 4.19 Handshake TLS hasil capture oleh Wireshark	79
Gambar 4.20 Detail Handshake TLS	80
Gambar 4.21 SIP Call Flow	95
Gambar 4.22 Sniffing Paket RTP dengan Wireshark	97
Gambar 4.23 SIP call flow enkripsi SRTP.....	98
Gambar 4.25 Proses ARP Poisoning dari 4 Telepon dengan <i>Codec</i> Berbeda	99
Gambar 4.27 Grafik Audio RTP telepon VoIP dari 401 <i>Codec</i> G729.....	103
Gambar 4.28 Grafik Audio RTP telepon VoIP dari 9001 <i>Codec</i> G729.....	103
Gambar 4.24 Nilai Parameter QoS dari Telepon VoIP Terenkripsi	105
Gambar 4.26 Nilai Parameter QoS dari Telepon VoIP Terenkripsi dan Diserang	107
Gambar 4.29 Protokol SDP pada Telepon VoIP Terenkripsi dan Tanpa Enkripsi	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Konfigurasi Server : Konfigurasi Extension 401	120
Lampiran 2 Konfigurasi Server : Konfigurasi Extension 9001	122
Lampiran 3 Konfigurasi Server : Konfigurasi Extension 402	124
Lampiran 4 Konfigurasi Server : Konfigurasi Extension 9002	126
Lampiran 5 Konfigurasi Server : Konfigurasi SIP dan PJSIP	128
Lampiran 6 Konfigurasi Server : Sertifikat TLS Server	130
Lampiran 7 Handshake TLS	131
Lampiran 8 Call Flow SIPS, SDP, dan SRTP.....	141
Lampiran 9 Telepon terenkripsi dan Tanpa Enkripsi.....	152
Lampiran 10 Hasil Sniffing Data dengan Cain and Abel	155