

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan taufiq, hidayah-Nya, serta karunia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam penulis memohon kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu mengajarkan islam dimuka bumi ini dan memikirkan keselamatan umatnya bahkan sampai ajal menjemputnya, semoga kita nantinya termasuk orang-orang yang mendapatkan syafaat di akhirat nanti amin.

Alhamdulillah tugas akhir ini dapat terselesaikan walaupun dalam prosesnya memerlukan perjuangan dengan pengorbanan dari segi waktu, pikiran dan materi. Tugas akhir ini tentunya sangat memberikan pengalaman bagi penulis sekaligus sebagai latihan pada diri pribadi penulis dalam rangka pendewasaan diri sebagai hamba Allah SWT yang berusaha mencari ridha-Nya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Penulis dengan segala kerendahan hati ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas bantuan berupa dorongan, petunjuk, arahan, nasehat dan kerjasama dari berbagai pihak yaitu kepada:

1. Bapak DR. H. Opik Taupik Kurahman selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
2. Bapak Edi Mulyana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Eki Ahmad Zaki Hamidi, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta dorongan selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Mufid Ridlo Effendi, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk selalu memberikan arahan, petunjuk serta memberikan solusi atas segala permasalahan dalam tugas akhir ini.
5. Bapak Nanang Ismail, MT. selaku dosen penguji yang telah menyempatkan hadir pada kesempatan ini.

6. Bapak Adam Faroqi, MT. selaku dosen penguji dan selaku dosen pembimbing akademik yang telah menyempatkan hadir pada kesempatan ini.
7. Seluruh dosen Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
8. Ayah dan Ibu serta Ade Fanny yang tak henti-hentinya selalu mendoakan dan memberikan dorongan berupa, moril, pemikiran dan materil bagi penulis agar dapat menyelesaikan segala bentuk kegiatan akademik penulis.
9. Kang Ihsan, Kang Rizka, Kang Dikla, Teh Intan, Kang made selaku teman diskusi mengenai tugas akhir ini.
10. Seluruh teman-teman Teknik Elektro 2012 yang telah menjadi teman yang baik saat dibangku kuliah.

Kiranya masih banyak lagi yang membantu penulis dan namanya tidak dapat disebutkan satu persatu dalam kata pengantar ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan balasan dan pahala yang sama. Tidak lupa penulis mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kehilafan baik yang penulis lakukan secara sengaja ataupun tidak sengaja.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis maupun bagi yang membacanya, dan akhirnya dengan segenap keterbatasan penulis berharap karya ini sebagai pendorong penulis agar dapat memanfaatkan ilmunya dengan baik, *Amin Amin Amin YaaRabbalamin.*

Wassalamualaikum, Wr.Wb

Bandung, Januari 2017

Hafizh Wibowo Widodo

1127070034

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	xv
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Posisi Penelitian ( <i>State of The Art</i> ) .....	3
1.7 Kerangka Berfikir .....	6
1.8 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	8
2.1 Jaringan Komputer .....	8
2.2 Klasifikasi Jaringan Komputer .....	9
2.2.1 Berdasarkan Fungsi .....	10
2.2.1.1 <i>Client Server</i> .....	10
2.2.1.2 <i>Peer-To-Peer</i> .....	10
2.3. Topologi Jaringan .....	11
2.3.1 Topologi BUS .....	12
2.3.2 Topologi <i>Star</i> .....	13
2.3.3 Topologi <i>Ring</i> .....	14
2.3.4 Topologi <i>Mesh</i> .....	15
2.4 Jaringan Telepon .....	16

2.4.1 Signaling.....	16
2.4.2 Switching .....	18
2.5 VoIP (Voice Over Internet Protocol) .....	18
2.6 Kelebihan dan Kekurangan VoIP .....	19
2.7 Metode Layanan VoIP.....	20
2.8. Codec .....	20
2.9 Asterisk IP PBX .....	21
2.10 Session Initiation Protocol .....	21
2.10.1 SIP User Agent .....	23
2.10.2 SIP Server .....	23
2.11 Softphone VoIP.....	23
2.12 SDN (Software Defined Network).....	24
2.13 OpenFlow .....	26
2.14 OpenvSwitch .....	29
2.15 Keuntungan SDN berbasis OpenFlow .....	31
2.16 Switch .....	31
2.17 IP (Internet Protocol) .....	32
2.18 QoS (Quality of Service) .....	32
2.18.1 Jitter.....	33
2.18.2 Delay .....	33
2.18.3 Throughput .....	34
2.18.4 Packet Loss .....	35
2.19 Wireshark .....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 Studi Literatur.....	38
3.2 Identifikasi Masalah .....	38
3.3 Analisis Kebutuhan .....	39
3.4 Perancangan Sistem.....	39
3.5 Implementasi Sistem .....	40
3.6 Pengujian Sistem .....	41
3.7 Analisis Sistem .....	42
<b>BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI .....</b>	<b>43</b>

4.1 Perancangan Topologi Jaringan .....	43
4.2 Kebutuhan Pendukung Implementasi.....	44
4.3 Persiapan Implementasi.....	44
4.4 Konfigurasi <i>Interface</i> .....	45
4.5 Implementasi VoIP .....	45
4.5.1 Konfigurasi Asterisk.....	46
4.5.2 Implementasi <i>Softphone</i> VoIP .....	49
4.6 Implementasi <i>Switch</i> .....	50
4.6.1 Implementasi <i>OpenvSwitch</i> .....	51
4.6.2 Implementasi <i>Switch</i> TP-Link T1-SF1008D .....	54
<b>BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM.....</b>	<b>55</b>
5.1 Implementasi VoIP dengan <i>OpenvSwitch</i> .....	55
5.1.1. Pengujian Panggilan VoIP Menggunakan <i>Switch OpenFlow</i> .....	59
5.2 Implementasi VoIP menggunakan <i>Switch</i> TP-link.....	60
5.2.1 Pengujian Panggilan VoIP pada <i>Switch</i> TP-Link.....	62
5.3 Pengujian Sistem VoIP .....	64
5.3.1 Skenario Pengujian.....	64
5.3.2 Metode Pengukuran.....	65
5.4 Pengukuran QoS Layanan VoIP menggunakan <i>OpenvSwitch</i> .....	67
5.4.1 Pengamatan <i>Delay</i> Pada VoIP Menggunakan <i>OpenvSwitch</i> .....	68
5.4.2 Pengamatan <i>Throughput</i> Pada VoIP Menggunakan <i>OpenvSwitch</i> .....	69
5.4.3 Pengamatan <i>Jitter</i> Pada VoIP Menggunakan <i>OpenvSwitch</i> .....	70
5.4.4 Pengamatan <i>Packet Loss</i> Pada VoIP Menggunakan <i>OpenvSwitch</i> .....	71
5.5 Pengukuran QoS Layanan VoIP menggunakan <i>Switch</i> TP-Link.....	72
5.5.1 Pengamatan <i>Delay</i> Pada VoIP Menggunakan <i>Switch</i> TP-Link.....	73
5.5.2 Pengamatan <i>Throughput</i> Pada VoIP Menggunakan <i>Switch</i> TP-Link .....	74
5.5.3 Pengamatan <i>Jitter</i> Pada VoIP Menggunakan <i>Switch</i> TP-Link.....	75
5.5.4 Pengamatan <i>Packet Loss</i> Pada VoIP menggunakan <i>Switch</i> TP-Link .....	76
5.6 Analisis <i>Quality of Service (QoS)</i> .....	78
5.6.1 Analisis <i>Delay</i> .....	78
5.6.2 Analisis <i>Throughput</i> .....	79
5.6.3 Analisis <i>Jitter</i> .....	80

5.6.4 Analisis <i>Packet Loss</i> .....	80
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	83
6.1 Kesimpulan.....	83
6.2 Saran.....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	84
<b>LAMPIRAN</b> .....	86



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Berfikir Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Hubungan Model OSI dengan Layer VoIP [9] .....	9
Gambar 2.2 <i>Client Server</i> [10].....	10
Gambar 2.3 <i>Peer to Peer</i> [10].....	11
Gambar 2.4 Topologi <i>Bus</i> [11] .....	12
Gambar 2.5 Topologi <i>Star</i> [11].....	13
Gambar 2.6 Topologi <i>Ring</i> [11].....	14
Gambar 2.7 Topologi <i>Mesh</i> [11].....	15
Gambar 2.8 Pemanggil Mempersiapkan Panggilan [9] .....	16
Gambar 2.9 Pesawat Telepon Berdering [9].....	17
Gambar 2.10 Panggilan Tersambung [9] .....	17
Gambar 2.11 Logo Asterisk [20] .....	21
Gambar 2.12 Logo 3 CX phone [21] .....	23
Gambar 2.13 Logo Zoiper [22].....	24
Gambar 2.14 Logo X-Lite [23].....	24
Gambar 2.15 Arsitektur <i>Software Defined Network</i> [16] .....	25
Gambar 2.16 <i>OpenFlow</i> [16] .....	27
Gambar 2.17 <i>Instruksi OpenFlow</i> [16] .....	28
Gambar 2.18 Arsitektur <i>OpenvSwitch</i> [16].....	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	37
Gambar 3.2 Topologi Layanan VoIP menggunakan <i>Switch OpenFlow</i> .....	40
Gambar 3.3 Topologi Layanan VoIP menggunakan <i>Switch TP-Link</i> .....	40
Gambar 4.1 Topologi Layanan VoIP menggunakan <i>Switch OpenFlow</i> .....	43
Gambar 4.2 Proses Install Asterisk .....	46
Gambar 4.3 Proses Konfigurasi Pada File <i>SIP conf</i> .....	47
Gambar 4.4 Proses Konfigurasi Pada File <i>extensions.conf</i> .....	48
Gambar 4.5 Restart Asterisk .....	48
Gambar 4.6 (a) Konfigurasi <i>Softphone Client 1</i> , (b) Konfigurasi <i>Softphone Client 2</i> .....	49
Gambar 4.7 (a) <i>Softphone Client 1</i> Siap digunakan, (b) <i>Softphone Client 2</i> siap digunakan .....	50
Gambar 4.8 Instalasi <i>OpenSwitch</i> .....	51
Gambar 4.9 Instalasi <i>Switch OpenvSwitch</i> .....	51
Gambar 4.10 Instalasi <i>Switch OpenvSwitch</i> .....	52
Gambar 4.11 Instalasi <i>Switch OpenSwitch</i> .....	52
Gambar 4.12 Proses <i>Up-port OpenvSwitch</i> .....	53
Gambar 4.13 Proses <i>Add-flow</i> pada <i>OpenSwitch</i> .....	53
Gambar 4.14 <i>Port service VoIP Random</i> .....	54
Gambar 5.1 Topologi VoIP menggunakan <i>switch OpenFlow</i> .....	55
Gambar 5.2 Proses <i>Up Port</i> pada <i>OpenvSwitch</i> .....	56
Gambar 5.3 Proses <i>Add-flow</i> pada <i>OpenvSwitch</i> .....	56



Gambar 5.4 Proses <i>Dump-flow</i> pada <i>OpenvSwitch</i> .....	57
Gambar 5.5 Proses Cek konektivitas .....	58
Gambar 5.6 <i>Client</i> VoIP yang sudah terdaftar pada server.....	59
Gambar 5.7 <i>Client</i> VoIP saat melakukan panggilan .....	59
Gambar 5.8 <i>Client</i> VoIP <i>on the Phone</i> .....	60
Gambar 5.9 Topologi VoIP Pada <i>Switch</i> TP-Link.....	61
Gambar 5.10 Proses Cek Konektivitas.....	62
Gambar 5.11 <i>Client</i> VoIP yang sudah terdaftar pada server.....	62
Gambar 5.12 <i>Client</i> VoIP saat akan melakukan panggilan.....	63
Gambar 5.13 <i>Client</i> VoIP saat melakukan panggilan .....	63
Gambar 5.14 Wireshark Summary Data Untuk <i>Delay</i> VoIP .....	65
Gambar 5.15 Wireshark RTP <i>Streams Jitter</i> .....	66
Gambar 5.16 Wireshark Summary Data Untuk <i>Packet Loss</i> VoIP.....	66
Gambar 5.17 Wireshark RTP <i>Streams Packet Loss</i> .....	67
Gambar 5.18 Wireshark Summary Data Untuk <i>Throughput</i> VoIP.....	67
Gambar 5.19 Grafik perbandingan nilai <i>Delay</i> VoIP .....	78
Gambar 5.20 Grafik perbandingan nilai <i>Throughput</i> VoIP .....	79
Gambar 5.21 Grafik perbandingan nilai <i>Jitter</i> VoIP.....	80
Gambar 5.22 Grafik perbandingan nilai <i>Packet Loss</i> VoIP.....	81



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Referensi Studi Literatur ( <i>State of The Art</i> ).....	4
Tabel 2.1 Standarisasi <i>Jitter</i> Versi TIPHON [9].....	33
Tabel 2.2 Standarisasi <i>Delay</i> versi ITU-T [9].....	34
Tabel 2.3 Standarisasi <i>Delay</i> versi TIPHON [9].....	34
Tabel 2.4 Standarisasi <i>Packet Loss</i> versi TIPHON [9].....	35
Tabel 2.5 Standarisasi <i>Packet Loss</i> versi ITU-T [9].....	35
Tabel 4.1 Perangkat Pendukung Implementasi.....	44
Tabel 4.2 Pengalamatan IP Address Antar Perangkat.....	45
Tabel 5.1 Daftar Nomor Dial Pada <i>Client</i> VoIP .....	58
Tabel 5.2 Daftar Nomor Dial Pada <i>Client</i> VoIP .....	61
Tabel 5.3 Tabel Pengukuran <i>Delay</i> VoIP pada <i>OpenSwitch</i> .....	68
Tabel 5.4 Standarisasi <i>Delay</i> versi ITU-T [9].....	69
Tabel 5.5 Standarisasi <i>Delay</i> versi TIPHON [9].....	69
Tabel 5.6 Tabel Pengukuran <i>Throughput</i> VoIP Pada <i>OpenSwitch</i> .....	69
Tabel 5.7 Tabel Pengukuran <i>Jitter</i> VoIP Pada <i>OpenSwitch</i> .....	70
Tabel 5.8 Standarisasi <i>Jitter</i> Versi TIPHON [9].....	71
Tabel 5.9 Tabel Pengukuran <i>Packet Loss</i> VoIP Pada <i>OpenSwitch</i> .....	71
Tabel 5.10 Standarisasi <i>Packet Loss</i> versi TIPHON [9].....	72
Tabel 5.11 Standarisasi <i>Packet Loss</i> versi ITU-T [9].....	72
Tabel 5.12 Tabel Pengukuran <i>Delay</i> VoIP Pada <i>Switch</i> TP-Link .....	73
Tabel 5.13 Standarisasi <i>Delay</i> versi ITU-T [9].....	74
Tabel 5.14 Standarisasi <i>Delay</i> versi TIPHON [9].....	74
Tabel 5.15 Tabel Pengukuran <i>Throughput</i> VoIP Pada <i>Switch</i> TP-Link .....	74
Tabel 5.16 Tabel Pengukuran <i>Jitter</i> VoIP Pada <i>Switch</i> TP-Link.....	75
Tabel 5.17 Standarisasi <i>Jitter</i> versi TIPHON [9].....	76
Tabel 5.18 Tabel Pengukuran <i>Packet Loss</i> VoIP Pada <i>Switch</i> TP-Link.....	76
Tabel 5.19 Standarisasi <i>Packet Loss</i> versi TIPHON [9].....	77
Tabel 5.20 Standarisasi <i>Packet Loss</i> versi ITU-T [9].....	77
Tabel 5.21 Analisa Performansi Jaringan .....	81

## DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

IP	: <i>Internet Protocol</i>
LAN	: <i>Local Area Network</i>
MAN	: <i>Metropolitan Area Network</i>
WAN	: <i>Wide Area Network</i>
VoIP	: <i>Voice Over Internet Protocol</i>
Codec	: <i>Compression Decompression</i>
SIP	: <i>Session Innitiation Protocol</i>
RTP	: <i>Real Time Protocol</i>
UAC	: <i>User Agent Client</i>
UAS	: <i>User Agent Server</i>
SDN	: <i>Software Defined Network</i>
OF	: <i>OpenFlow</i>
OVS	: <i>OpenvSwitch</i>
QoS	: <i>Quality of Service</i>

