

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, mulai dari awal hingga akhir proses pengerjaan tugas akhir, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Tugas Akhir dengan judul “SIMULASI DAN ANALISIS VoIP PADA JARINGAN MPLS VPN DENGAN PENERAPAN QoS” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Komputer Strata Satu Universitas Pelita Harapan, Tangerang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, tugas akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini, yaitu kepada:

- 1) Bapak Dr. (Hon) Jonathan L. Parapak, M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
- 2) Bapak Hendra Tjahyadi, Ph.D., selaku Pembantu Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
- 3) Bapak Arnold Aribowo, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer serta Pembimbing Akademik.
- 4) Bapak Alberto Anditya Aden, S.Kom., M.M.T., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia memberikan masukan dan pengarahan untuk penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.

- 5) Bapak Dr.Eng., Ir. Pujianto Yugospito, MSc., selaku dosen *co*-pembimbing yang telah bersedia memberikan pengarahan mengenai tata cara penulisan dan segala pertimbangannya.
- 6) Semua dosen program studi Sistem Komputer yang pernah mendidik penulis dari awal semester hingga hari ini.
- 7) Kedua orang tua penulis, Bapak Yayang dan Ibu Susanti Kurniawan, serta kedua adik, Zellensny dan Darren Young, yang terus memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- 8) Semua staf Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pelita Harapan yang telah membantu penulis dalam kegiatan administratif.
- 9) Teman-teman seperjuangan dari program studi Sistem Komputer angkatan 2013, Adrian, Bagas, Fernando, Dale, Nixon, Riyoko, Rionald, dan William yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
- 10) Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Maka dari itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis sebagai masukan untuk pengembangan penelitian ini di kemudian hari. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Tangerang, 9 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK (bahasa Indonesia)	v
ABSTRAK (bahasa Inggris)	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	4
1.5 Metodologi.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Model Arsitektur <i>Converged Network</i>	8
2.1.1 Teori <i>Converged Network</i>	9
2.1.2 <i>Cisco Enterprise Campus/WAN Architecture</i>	10
2.1.3 <i>Cisco Hierarchical Network Model</i>	11
2.2 VoIP	12
2.2.1 Konsep Dasar VoIP.....	12
2.2.2 Ciri dan Fitur VoIP.....	15

2.2.3	Protokol VoIP.....	15
2.3	Konsep Dasar MPLS.....	17
2.4	MPLS VPN.....	18
2.5	<i>Quality of Service</i>	21

BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM

3.1	Konsep dan Desain Topologi Jaringan MPLS VPN.....	24
3.2	Implementasi Topologi Jaringan ke dalam GNS3.....	26
3.2.1	Spesifikasi Perangkat <i>Router Virtual</i>	27
3.2.2	Spesifikasi Perangkat Akhir	28
3.3	Konfigurasi Jaringan pada <i>Router</i>	29
3.3.1	Konfigurasi <i>Router Provider</i>	30
3.3.2	Konfigurasi <i>Router Provider Edge</i>	31
3.3.3	Konfigurasi <i>Router Customer Edge A</i>	33
3.3.4	Konfigurasi <i>Router Customer Edge B</i>	34
3.4	Simulasi VoIP.....	35
3.5	Simulasi <i>File Transfer</i>	44
3.6	Proses <i>capturing</i> Paket VoIP dengan Wireshark.....	47

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS SIMULASI SISTEM

4.1	Uji Coba Simulasi VoIP pada Jaringan MPLS VPN.....	52
4.2	Perbandingan Kinerja Simulasi Jaringan.....	52
4.2.1	Simulasi VoIP Normal.....	52
4.2.2	Simulasi VoIP dengan Beban Jaringan.....	59
4.3	Penerapan QoS pada Simulasi Jaringan.....	68
4.4	Simulasi VoIP setelah penerapan QoS.....	71

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	78

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Konfigurasi Router P

A1. Konfigurasi Router P1.....	A-1
A2. Konfigurasi Router P2.....	A-2

LAMPIRAN B. Konfigurasi Router PE

B1. Konfigurasi Router PE1.....	B-1
B2. Konfigurasi Router PE1 dengan QoS.....	B-2
B3. Konfigurasi Router PE2.....	B-5
B4. Konfigurasi Router PE2 dengan QoS.....	B-7

LAMPIRAN C. Konfigurasi Router CE

C1. Konfigurasi Router CE1A.....	C-1
C2. Konfigurasi Router CE2A.....	C-3
C3. Konfigurasi Router CE1B.....	C-5
C4. Konfigurasi Router CE2B.....	C-7

LAMPIRAN D Hasil Analisis

D1. Hasil Uji Simulasi VoIP Normal.....	D-1
D2. Hasil Uji Simulasi VoIP dengan Beban Jaringan.....	D-8
D3. Hasil Uji Simulasi VoIP setelah penerapan QoS.....	D-12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Cisco Hierarchical Network Model</i>	11
Gambar 2.2 Korespondensi protokol IP dalam paket VoIP dengan model ISO....	14
Gambar 2.3 Kinerja paket VoIP dalam model OSI.....	14
Gambar 2.4 Segmen paket TCP/IP dan isi dari MPLS header	17
Gambar 2.5 Terminologi dasar MPLS VPN.....	19
Gambar 3.1 Desain topologi jaringan MPLS VPN	24
Gambar 3.2 Halaman awal GNS3.....	26
Gambar 3.3 Contoh terminal konfigurasi dalam <i>router</i> P1.....	27
Gambar 3.4 Halaman awal VirtualBox + 4 VM dengan OS Windows XP 64- Bit.....	28
Gambar 3.5 Keempat VM dijalankan secara bersamaan disertai dengan softphone Cisco IP Communicator.....	29
Gambar 3.6 MPLS bekerja pada router P-PE lewat LDP.....	30
Gambar 3.7 Topologi jaringan MPLS VPN.....	35
Gambar 3.8 Halaman konfigurasi router CE1A.....	36
Gambar 3.9 <i>Erase & Format flash</i> pada router CE1A & CE2A.....	36
Gambar 3.10 Halaman awal tftpd32	37
Gambar 3.11 Proses instalasi CME 4.3 pada <i>router</i> CE1A.....	38
Gambar 3.12 Kondisi A: Komputer <i>host idle</i> dan jaringan mati.....	41
Gambar 3.13 Kondisi B: Jaringan pertama kali dijalankan.....	41
Gambar 3.14 Kondisi C: Jaringan sedang <i>idle</i>	42
Gambar 3.15 Kondisi D: Semua komponen pada jaringan terhubung satu sama lain.....	43
Gambar 3.16 Simulasi panggilan dari IP Phone 1 ke IP Phone 2.....	43
Gambar 3.17 Halaman pengaturan layanan tftpd32	45
Gambar 3.18 Halaman pengaturan TFTP pada tftpd32	46
Gambar 3.19 Halaman TFTP Client tftpd32.....	46

Gambar 3.20 <i>Screenshot file transfer</i> dilakukan IP Phone 3 terhadap IP Phone 4.....	47
Gambar 3.21 Memulai proses <i>capturing</i> paket VoIP pada IP Phone 1.....	48
Gambar 3.22 Proses <i>capturing</i> paket VoIP pada Wireshark.....	49
Gambar 3.23 Hasil <i>capturing</i> grafik RTP <i>Streams</i> pada Wireshark	50
Gambar 3.24 Hasil <i>capturing</i> statistik RTP <i>Streams</i> pada Wireshark	50
Gambar 3.25 Hasil <i>capturing</i> RTP <i>Player</i> pada Wireshark	50
Gambar 4.1 <i>Screenshot</i> tabel RTP <i>Streams</i> pada PE1 dalam simulasi normal.....	53
Gambar 4.2 <i>Screenshot</i> tabel RTP <i>Streams</i> pada PE2 dalam simulasi normal.....	54
Gambar 4.3 Statistik dan grafik <i>latency</i> uji simulasi ke -1 pada simulasi normal.....	56
Gambar 4.4 Grafik <i>jitter</i> uji simulasi ke -1 pada simulasi normal.....	56
Gambar 4.5 <i>Screenshot</i> tabel RTP <i>Streams</i> pada PE1 dalam simulasi VoIP dengan beban jaringan.....	62
Gambar 4.6 <i>Screenshot</i> tabel RTP <i>Streams</i> pada PE2 dalam simulasi VoIP dengan beban jaringan.....	62
Gambar 4.7 <i>Screenshot</i> sampel suara pada uji simulasi ke-1 VoIP dengan beban jaringan.....	63
Gambar 4.8 Statistik dan grafik <i>latency</i> uji simulasi ke -1 pada simulasi dengan beban jaringan.....	65
Gambar 4.9 Grafik <i>jitter</i> uji simulasi ke -1 pada simulasi dengan beban jaringan.....	65
Gambar 4.10 <i>Screenshot</i> tabel RTP <i>Streams</i> pada PE1 dalam simulasi VoIP setelah penerapan QoS.....	72
Gambar 4.11 <i>Screenshot</i> tabel RTP <i>Streams</i> pada PE2 dalam simulasi VoIP setelah penerapan QoS	72
Gambar 4.12 <i>Screenshot</i> sampel suara uji simulasi ke-4 VoIP setelah penerapan QoS.....	57
Gambar 4.13 Statistik dan grafik <i>latency</i> uji simulasi ke -1 pada simulasi setelah penerapan QoS.....	74
Gambar 4.14 Grafik <i>jitter</i> uji simulasi ke -1 pada simulasi setelah penerapan QoS.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik jaringan <i>Circuit-switched</i> dan <i>Packet-switched</i>	13
Tabel 2.2 <i>Standard Latency, Jitter, Packet loss</i>	23
Tabel 4.1 Hasil uji simulasi VoIP normal.....	57
Tabel 4.2 Hasil uji simulasi VoIP dengan beban jaringan.....	66
Tabel 4.3 Hasil uji simulasi VoIP setelah penerapan QoS.....	75

