

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SARI.....	ix
TAKARIR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan Laporan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1. IP PBX.....	8
2.1.1 Pengertian IP PBX	8
2.1.2 Konsep Kerja IP PBX	10

2.2. VoIP	10
2.2.1 Pengertian VoIP	10
2.2.2 Manfaat VoIP	11
2.2.3 Unsur Pembentuk VoIP.....	12
2.2.3.1 <i>User Agent</i>	12
2.2.3.2 <i>Proxy</i>	12
2.2.3.3 Protokol	13
2.2.3.4 <i>Codec</i>	15
2.2.4 Kendala Implementasi VoIP	16
2.3. MPLS-VPN.....	17
2.4. Segmentasi VLAN	17
2.5. Parameter Pengujian VoIP	19
2.5.1 <i>Quality of Service (QoS)</i>	19
2.5.2 Keamanan Jaringan	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Gambaran Umum Sistem	21
3.2. Kebutuhan Perangkat Keras	27
3.3. Kebutuhan Perangkat Lunak	28
3.4. Pembangunan Sistem	29
3.4.1 Konfigurasi OpenVPN pada <i>Mikrotik RouterOS</i>	29
3.4.2 Konfigurasi MPLS pada <i>Mikrotik RouterOS</i>	41
3.4.3 Konfigurasi Segmentasi VLAN Data dan Suara.....	50
3.4.4 Konfigurasi <i>Access Point</i> TP Link	57
3.4.5 Konfigurasi <i>Server</i> VoIP	58
3.4.6 Pengaturan Akun <i>Client</i> VoIP pada Aplikasi <i>Zoiper</i>	62
3.5. Pengecekan Jaringan Hasil Konfigurasi.....	64
3.6. Perintah Pengujian VoIP	66
3.6.1 Pengujian <i>Quality of Service</i>	66
3.6.2 Pengujian Keamanan Jaringan	73

3.7. Metode Analisis.....	81
3.7.1 Statistik Deskriptif	81
3.7.2 Statistik Induktif.....	81
3.7.3 Hipotesis.....	81
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	82
4.1. Hasil Pengujian <i>Quality of Service</i>	82
4.1.1 Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Throughput</i>	82
4.1.2 Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Packet Loss</i>	88
4.1.3 Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Delay</i>	88
4.1.4 Hasil Pengujian untuk Parameter <i>Jitter</i>	94
4.2. Hasil Pengujian Keamanan Jaringan.....	98
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1. Kesimpulan.....	101
5.2. Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN I	
TAMPILAN INFORMASI VLAN	xviii
LAMPIRAN II	
TAHAP PENGECEKAN JARINGAN HASIL	
KONFIGURASI MPLS-VPN DAN VLAN-FIREWALL	xix
LAMPIRAN III	
DATA HASIL PENGUJIAN VOIP	xxvii
LAMPIRAN IV	
METODE STATISTIK PENGUJIAN	
VOIP (<i>QUALITY OF SERVICE</i>)	xlviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Topologi PSTN.....	9
Gambar 2.2. Topologi IP PBX	9
Gambar 3.1. Topologi VoIP Menggunakan <i>Routing Table</i> Biasa.....	21
Gambar 3.2. Topologi VoIP Menggunakan Metode MPLS-VPN	22
Gambar 3.3. Topologi VoIP Menggunakan Metode Segmentasi VLAN (disertai <i>Firewall</i>).....	23
Gambar 3.4. Topologi VoIP Menggunakan Metode MPLS-VPN dan Segmentasi VLAN (disertai <i>Firewall</i>).....	24
Gambar 3.5. Topologi VoIP Menggunakan Metode Segmentasi VLAN (tanpa <i>Firewall</i>).....	25
Gambar 3.6. <i>Install</i> OpenVPN	29
Gambar 3.7. Sekumpulan <i>File</i> OpenVPN	30
Gambar 3.8. Pengiriman <i>File Server.key</i> dan <i>Server.crt</i> ke <i>Server Router</i>	30
Gambar 3.9. <i>Setting Interface</i> VLAN Data dan Suara	31
Gambar 3.10. <i>Setting</i> Alamat IP pada <i>Server Router</i>	32
Gambar 3.11. <i>Input File Server</i> OpenVPN	32
Gambar 3.12. <i>Setting</i> Identitas <i>Server</i> VPN.....	33
Gambar 3.13. Pengaturan Keamanan pada <i>Server</i> VPN	34
Gambar 3.14. <i>Setting</i> Profil <i>Server</i> VPN.....	35
Gambar 3.15. <i>Routing Table</i> <i>Server</i> VPN	35
Gambar 3.16. <i>Setting Range</i> Alamat IP pada Jaringan VLAN Suara.....	36
Gambar 3.17. <i>Setting Interface</i> DHCP <i>Server</i>	36
Gambar 3.18. <i>Setting Network</i> DHCP <i>Server</i>	37
Gambar 3.19. Status <i>Server</i> VPN “ <i>Connected</i> ”	37
Gambar 3.20. <i>Client</i> VPN <i>Connect to Server</i> VPN.....	38
Gambar 3.21. Alamat IP <i>Client</i> VPN	39
Gambar 3.22. <i>Routing Table</i> <i>Client</i> VPN.....	39
Gambar 3.23. Pengetesan Jaringan dari <i>Client Router</i> ke Jaringan <i>Vlan10</i>	40
Gambar 3.24. Pengetesan Jaringan dari <i>Client Router</i> ke Jaringan <i>Vlan20</i>	40

Gambar 3.25. <i>Interface Loopback pada Server Router</i>	42
Gambar 3.26. <i>Membuat Alamat IP Loopback pada Server Router</i>	42
Gambar 3.27. <i>Pengaturan Alamat IP Loopback sebagai ID Server Router</i>	43
Gambar 3.28. <i>Pengaturan Area Server Router</i>	43
Gambar 3.29. <i>Setting Area Network pada Server Router</i>	44
Gambar 3.30. <i>Enabled “LDP Settings” pada Server Router</i>	45
Gambar 3.31. <i>Interface MPLS pada Server Router</i>	45
Gambar 3.32. <i>Interface Loopback pada Client Router</i>	46
Gambar 3.33. <i>Alamat IP Loopback Client Router</i>	47
Gambar 3.34. <i>Pengaturan Alamat IP Loopback sebagai ID Client Router</i>	47
Gambar 3.35. <i>Pengaturan Area Client Router</i>	48
Gambar 3.36. <i>Setting Network Area pada Client Router</i>	48
Gambar 3.37. <i>LDP Settings Client Router</i>	49
Gambar 3.38. <i>Interface MPLS pada Client Router</i>	49
Gambar 3.39. <i>Pengaturan Switch Port</i>	50
Gambar 3.40. <i>Pengaturan Switch Port Mode Trunk</i>	51
Gambar 3.41. <i>Pengaturan Switch Port Mode Access</i>	52
Gambar 3.42. <i>Pengaturan Switch Port Mode Voice</i>	52
Gambar 3.43. <i>Cara Menyimpan Konfigurasi VLAN</i>	53
Gambar 3.44. <i>Melihat Hasil Pengaturan VLAN</i> <i>melalui Perintah Show Vlan</i>	53
Gambar 3.45. <i>Penambahan Aturan Firewall pada Switch Cisco</i>	54
Gambar 3.46. <i>Cara Menyimpan Hasil Pengaturan Firewall</i> <i>pada Switch Cisco</i>	55
Gambar 3.47. <i>Melihat Hasil Pengaturan Firewall</i>	56
Gambar 3.48. <i>Menampilkan Informasi Detail terhadap</i> <i>Setiap Langkah Konfigurasi Switch Cisco</i>	56
Gambar 3.49. <i>Mengatur Keamanan WiFi</i>	57
Gambar 3.50. <i>Pendaftaran User VoIP melalui File Iax.conf</i>	59
Gambar 3.51. <i>Input Pengaturan Panggilan melalui File Extensions.conf</i>	60
Gambar 3.52. <i>Pengaturan Alamat IP Server VoIP</i>	61

Gambar 3.53. <i>Interface Dahdi</i>	61
Gambar 3.54. Perintah Menjalankan VoIP <i>Asterisk</i>	62
Gambar 3.55. Cara Pengisian Akun	62
Gambar 3.56. Penentuan <i>Codec</i>	63
Gambar 3.57. <i>Calling User</i> lain	63
Gambar 3.58. Panggilan Terhubung ke <i>User Tujuan</i>	64
Gambar 3.59. Pengecekan dari <i>Client Vlan10</i> (172.16.1.2) ke Alamat <i>User Client Router1</i>	65
Gambar 3.60. Perintah <i>Capturing File</i>	67
Gambar 3.61. Letak Variabel <i>Throughput</i>	68
Gambar 3.62. Letak Variabel <i>Packet Loss</i>	69
Gambar 3.63. Letak Variabel <i>Delay</i>	70
Gambar 3.64. Letak Variabel <i>Reply</i>	72
Gambar 3.65. Letak Variabel <i>Request</i>	72
Gambar 3.66. <i>Capturing File</i> untuk Mencari Informasi Target yang Terhubung.....	74
Gambar 3.67. Perintah <i>ARP Poisoning</i>	75
Gambar 3.68. <i>Discovery Packet VLAN Hopping</i>	76
Gambar 3.69. Serangan <i>MAC Address VLAN</i>	76
Gambar 3.70. Perubahan <i>Ethernet</i> , setelah <i>VLAN Hopping</i> Dijalankan.....	77
Gambar 3.71. <i>IP Spoofing</i> dengan Menggunakan Protokol <i>SIP</i> secara <i>Default</i>	78
Gambar 3.72. <i>IP Spoofing</i> dengan Menggunakan Protokol <i>IAX2</i> (4569)	79
Gambar 3.73. Perintah <i>Ping Flooding</i>	80
Gambar 3.74. Perintah <i>Eavesdropping</i>	80

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Rata-rata Keseluruhan Hasil Pengujian <i>Throughput</i>	83
Tabel 4.2. Pengujian Korelasi Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Throughput</i>	84
Tabel 4.3. Pengujian Homogenitas Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Throughput</i>	85
Tabel 4.4. Pengujian <i>Analysis of Covariance</i> Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Throughput</i>	86
Tabel 4.5. Rata-rata Keseluruhan Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i>	88
Tabel 4.6. Rata-rata Keseluruhan Hasil Pengujian <i>Delay</i>	89
Tabel 4.7. Pengujian Korelasi Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Delay</i>	90
Tabel 4.8. Pengujian Homogenitas Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Delay</i>	91
Tabel 4.9. Pengujian <i>Analysis of Covariance</i> Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Delay</i>	92
Tabel 4.10. Rata-rata Keseluruhan Hasil Pengujian <i>Jitter</i>	94
Tabel 4.11. Pengujian Korelasi Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Jitter</i>	95
Tabel 4.12. Pengujian Homogenitas Hasil Rata-rata Keseluruhan <i>Jitter</i>	96
Tabel 4.13. Hasil Pengujian Keamanan Jaringan.....	98