

Jurusan Teknik Informatika

Skripsi Sarjana Komputer

Semester Genap Tahun 2007/2008

**ANALISIS DAN PERANCANGAN
VOICE INTERNET PROTOCOL (VOIP)
PADA LPP-TVRI**

Muhammad Taufan Ardiansyah	(0800755004)
Andra Pradita	(0800755080)
Abubakar bin Abdurachman Aljufrie	(0800758561)
Kelas / Kelompok	08 PBT / 04

Abstrak

LPP TVRI adalah lembaga pemerintahan yang bergerak dibidang per-televisian, dimana komunikasi suara sangat diperlukan baik dari kantor pusat ke kantor cabang maupun ke luar negeri yang cepat, efisien dan tidak mengeluarkan biaya yang besar. Penekanan biaya pengeluaran komunikasi yang sangat besar inilah yang menjadi dasar pemilihan teknologi VoIP sebagai komunikasi suara dengan alasan teknologi ini sangat mudah dan murah untuk pengimplementasiannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan juga menganalisis VoIP (Voice over Internet Protocol) di LPP TVRI Pusat Jakarta. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan menganalisis jaringan LPP TVRI Pusat Jakarta dan merancang VoIP dengan softswitch Asterisk. Hasil rancangan dilakukan di LPP TVRI Pusat Jakarta. Lalu kemudian dibandingkan pengeluaran biaya komunikasi sebelum dan sesudah menggunakan VoIP. Simpulan yang didapat dari hasil penelitian ini bahwa penggunaan VoIP dapat menekan biaya pengeluaran komunikasi LPP TVRI Pusat Jakarta.

Kata kunci :

VoIP, Asterisk, TVRI.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT dan Junjungan Nabi Besar Muhammad SAW atas segala rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi ini tepat waktu yang ditentukan. Tanpa penyertaan dan kebaikan dari-Nya maka semua usaha dan kerja keras ini tidak akan ada hasilnya.

Penulisan skripsi dengan judul “ANALISIS DAN PERANCANGAN VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA LPP-TVRI“ ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan jenjang studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Informatika di Universitas Bina Nusantara.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kelemahan yang disebabkan oleh keterbatasan penulis, baik dalam pengetahuan maupun pengalaman. Untuk itu penulis mengharapkan kritik, saran, dan tanggapan dari para pembaca. Kami berharap melalui kritik, saran, dan tanggapan tersebut dapat memberikan kontribusi yang baik sehingga skripsi ini dapat berguna di masa yang akan datang.

Tidak lupa penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak atas segala bantuan dan dorongan yang telah diberikan. Adapun ucapan terima kasih ini penulis berikan kepada :

1. Bapak Ramang Syah dan Ibu Sri Rahayu selaku orang tua dari Muhammad Taufan Ardiansyah.
2. Bapak Soepraptisto dan Ibu Haryanteningsih selaku orang tua dari Andra Pradita.
3. Abi, Mama, Mama, Mama, Ica yang telah memberikan supportnya terus menerus dan mau mengerti kondisi penulis ketika mengerjakan skripsi ini. Keluarga besar BVOICE RADIO yang telah memberikan banyak pengalaman yang sangat

berharga serta membantu proses pendewasaan diri penulis. Sdr. Rakha Siswara S.Kom yang telah membantu penulis selama proses pengerjaan skripsi ini. Sdr.Dwi Priyohutomo yang telah menularkan semangatnya baik secara langsung maupun tidak langsung. Teman – teman yang skripsinya berbarengan dengan penulis yang telah mau memberitahu penulis untuk mengerti hal – hal yang penulis tidak mengerti. Teman – teman penjurusan jaringan komputer TI binusian 2008,terutama teman – teman skripsi jaringan kelas 08PBT yang telah banyak membantu penulis. Teman – teman di NKRI (kontrakan red.) yang dengan rela dibuat berantakan oleh penulis selama proses pengerjaan skripsi ini. Dan sopir – sopir angkot yang telah rela mengantar penulis ke kampus setiap harinya

4. Bapak Prof. Dr. Gerardus Polla M.App.Sc , selaku Rektor Universitas Bina Nusantara.
5. Bapak Ir. Sablin Yusuf, M.Sc., M.Comp.Sc selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bina Nusantara.
6. Bapak Freddy Purnomo, S.Kom, M.Com, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Bina Nusantara.
7. Bapak Siswa Trihadi, Ir., M.Sc., DR. selaku dosen pembimbing skripsi.
8. Lembaga Penyiaran Publik Televisi Republik Indonesia (LPP TVRI) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
9. Bapak Harry Setya Selaku pembimbing skripsi pada Lembaga Penyiaran Publik Televisi Republik Indonesia (LPP TVRI).
10. Saudara M.Bima Handaru yang telah banyak membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi ini dengan suka rela.

Penulis juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Jakarta, Juni 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul Luar	i
Halaman Judul Dalam.....	ii
Halaman Persetujuan Soft Cover	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	5
1.4 Metodologi	5
1.4.1 Metode Pengumpulan Data	5
1.4.2 Metode Analisis	6
1.4.3 Metode Perancangan	6
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 LANDASAN TEORI	8
2.1 Teori Umum	8
2.1.1 Pengertian Jaringan Komputer	8
2.1.2 Jenis-Jenis Jaringan Komputer	8

2.1.2.1 LAN (Local Area Network)	8
2.1.2.2 MAN (Metropolitan Area Network)	9
2.1.2.3 WAN (Wide Area Network)	10
2.1.3 Arsitektur Jaringan	11
2.1.3.1 Peer-to-Peer	11
2.1.3.2 Client-Servers	12
2.1.4 Topologi Jaringan Komputer	12
2.1.4.1 Physical Topology	12
2.1.4.1.1 Star	12
2.1.4.1.2 Ring	13
2.1.4.1.3 Bus	14
2.1.4.1.4 Extended Star Topology	16
2.1.4.2 Logical Topology	16
2.1.4.2.1 Ethernet	16
2.1.4.2.2 Broadcast	17
2.1.4.2.3 Token-Pasing	17
2.1.4.2.4 FDDI	18
2.1.5 Perangkat Jaringan	18
2.1.5.1 NIC	18
2.1.5.2 Repeater	19
2.1.5.3 Hub	19
2.1.5.4 Bridge	20
2.1.5.5 Switch	21
2.1.5.6 Router	21

2.1.5.7 Access Point	22
2.1.6 Jenis-Jenis Media Transmisi	22
2.1.6.1 Copper Media	22
2.1.6.1.1 Coaxial	22
2.1.6.1.2 Twisted Pair	22
2.1.6.1.3 Fiber Optic	25
2.1.6.2 Radio	25
2.1.6.2.1 Infrared	26
2.1.6.2.2 Bluetooth	26
2.1.6.2.3 Wireless	27
2.1.6.2.4 VSAT	27
2.1.7 Referensi Model Jaringan	28
2.1.7.1 Model OSI	28
2.1.7.2 Model TCP/IP	31
2.1.7.2.1 Application Layer	31
2.1.7.2.2 Transport Layer	33
2.1.7.2.3 Internet Layer	34
2.1.7.2.4 Network Access Layer	34
2.1.7.3 Perbandingan Model OSI dan TCP / IP	35
2.1.7.4 Pengalamatan TCP / IP (IP Address)	36
2.1.7.4.1 Kelas pada IP	37
2.1.7.4.2 IP Subnet Mask	38
2.1.7.4.3 Public IP Address dan Private IP Address.....	38
2.1.8 Bandwidth dan Troughoutput	39

2.1.9 Sistem Telepon	40
2.1.9.1 Operasi Telepon	40
2.1.9.2 PSTN (Public Switched Telephone Network)	41
2.1.9.3 Packet Telephony (Packet Switched Network)	42
2.1.9.4 PBX (Private Branch eXchange)	44
2.2 Teori Khusus	45
2.2.1 VoIP	45
2.2.1.1 Komponen VoIP	46
2.2.1.1.1 User Agent	46
2.2.1.1.2 Proxy	46
2.2.1.1.3 Protokol	47
2.2.1.1.4 Codec	49
2.2.2 Asterisk	49
2.2.3 SIP	51
2.2.3.1 Pengenalan SIP	51
2.2.3.2 Fungsi SIP	52
2.2.3.3 Komponen SIP	52
2.2.3.3.1 User Agent	52
2.2.3.3.2 Proxy Server	53
2.2.3.3.3 Redirect Server	54
2.2.3.3.4 Registrar Server	55
2.2.3.3.5 Media Gateway	56
2.2.3.4 Cara Kerja SIP	57
2.2.3.5 Protokol Pendukung SIP	59

2.2.4 Pemrograman Web	60
2.2.4.1 Halaman Web	60
2.2.4.2 Client dan Server Side Scripting	61
2.2.4.3 Web Server	62
2.2.4.4 Teori IMK	62
2.2.5 Basis Data	63
2.2.6 State Transsition Diagram (STD)	64
2.2.7 <i>Unified Modelling Language</i> (UML)	65
2.2.7.1 Use-case Diagram	66
2.2.7.2 Sequence Diagram	68
BAB 3 ANALISA SISTEM YANG SEDANG BERJALAN	70
3.1 Riwayat Perusahaan	70
3.2 Struktur Organisasi	75
3.3 Sistem yang Sedang Berjalan	77
3.3.1 Jaringan Data (LAN)	77
3.3.1.1 Topologi Jaringan yang Sedang Berjalan	77
3.3.1.2 IP Addressing	79
3.3.1.3 Hardware yang Digunakan	80
3.3.1.4 Utilitas dari Jaringan yang Ada	83
3.3.2 Jaringan Suara (PABX)	89
3.4 Permasalahan yang dihadapi	90
3.4.1 Jaringan Data (LAN)	90
3.4.2 Jaringan Suara (PABX)	91
3.5 Alternatif Pemecahan Masalah	93

BAB 4 RANCANGAN SISTEM YANG DIUSULKAN DAN EVALUASI 98

4.1 Rancangan Pemilihan Komponen dan Hardware 98

4.1.1 Rancangan Pemilihan Komponen 98

4.1.1.1 Pemilihan komponen utama 98

4.1.1.1.1 Protokol 99

4.1.1.1.2 VoIP Server 102

4.1.1.1.3 User Agent..... 104

4.1.1.1.4 Codec 106

4.1.1.2 Pemilihan komponen Tambahan 108

4.1.1.2.1 Sistem Operasi 108

4.1.1.2.2 Database 109

4.1.1.2.3 Web Programming Language 109

4.1.2 Rancangan Pemilihan Hardware 109

4.1.2.1 PC Server 109

4.1.2.2 PC Client 110

4.1.2.3 Media Gateway 111

4.2 Perancangan 112

4.2.1 Perancangan sistem yang diusulkan 112

4.2.2 Perancangan Topologi Jaringan 114

4.2.3 Perancangan VoIP Server 115

4.2.3.1 Konfigurasi VoIP Server 115

4.2.3.2 Konfigurasi DialPlan 116

4.2.3.2.1 Channel SIP 117

4.2.3.2.2 Register SIP 118

4.2.3.2.3 Ekstension	119
4.2.3.2.4 <i>Voice Mail</i>	121
4.2.3.2.5 Call Conference	122
4.2.3.3 Konfigurasi Jaringan	124
4.2.4 Perancangan Asterisk Web Portal	124
4.2.4.1 Rancangan Database	125
4.2.4.2 Rancangan Struktur menu	134
4.2.4.3 Rancangan Use Case Diagram	138
4.2.4.4 Rancangan State Transition Diagram	140
4.2.4.5 Rancangan Sequence Diagram	160
4.2.4.6 Rancangan Layar	180
4.3 Instalasi	191
4.3.1 Prosedur instalasi sistem	191
4.3.2 Prosedur operasional sistem	194
4.3.2.1 Asterisk CLI	194
4.3.2.2 Konfigurasi Sistem Asterisk	196
4.3.2.2.1 Konfigurasi sip.conf	196
4.3.2.2.2 Konfigurasi extension.conf	201
4.3.2.2.3 Konfigurasi iax.conf	204
4.3.2.2.4 Konfigurasi enum.conf	205
4.3.2.2.5 Konfigurasi extconfig.conf	205
4.3.2.2.6 Konfigurasi jabber.conf	206
4.3.2.2.7 Konfigurasi Gtalk.conf	207
4.3.2.2.8 Konfigurasi manager.conf	208

4.3.2.2.9 Konfigurasi meetme.conf	209
4.3.2.2.10 Konfigurasi res_mysql.conf	209
4.3.2.2.11 Konfigurasi cdr.conf	210
4.3.2.2.12 Konfigurasi voicemail.conf	213
4.3.2.3 Asterik Web-Based	214
4.3.2.3.1 Web Bagi Admin	216
4.3.2.3.2 Web bagi User	227
4.3.2.4 Konfigurasi Analog Telephone Adapter	231
4.3.2.5 Konfigurasi X-Lite	234
4.3.2.5.1 Konfigurasi SIP Account	234
4.3.2.5.2 Konfigurasi Codec pada X-Lite	237
4.4 Pengujian Sistem	239
4.4.1 Pengujian Pada jaringan LAN	239
4.4.1.1 Pengujian Fungsi telepon	239
4.4.1.1.1 Pengujian fitur voicemail	240
4.4.1.1.2 Pengujian call conference	242
4.4.1.1.3 Pengujian jumlah Bandwidth dan paket	244
4.4.2 Pengujian pada jaringan Internet	254
4.4.2.1 Pengujian Fungsi telepon	255
4.4.2.1.1 Pengujian voicemail	255
4.4.2.1.2 Pengujian jumlah bandwidth dan paket	257
4.4.3 Pengujian Pada jaringan PSTN	268
4.5 Evaluasi dari sistem yang sudah di rancang	272
4.5.1 Evaluasi Perbandingan Sistem yang dirancang dengan sistem	

yang sedang berjalan	272
4.5.2 Analisis dari perhitungan Biaya Telepon TVRI	
menggunakan VoIP	277
4.5.3 Evaluasi Perbandingan Sistem yang telah dirancang	
dengan sistem PBX lain	277
4.5.4 Evaluasi <i>web</i> Interface	279
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	281
5.1 Simpulan	281
5.2 Saran	282
DAFTAR PUSTAKA	284
RIWAYAT HIDUP	286
LAMPIRAN	L-1
SURAT SURVEY	326

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jumlah Komputer yang Terhubung Tiap Lantai	79
Tabel 3.2	Cost TVRI	92
Tabel 3.3	Perbandingan Tarif SLJJ	95
Tabel 3.4	Perbandingan Tarif SLI	96
Tabel 4.1	Perbandingan Protokol SIP dengan H.323 dari Sisi Kriteria	101
Tabel 4.2	Perbandingan Protokol SIP dengan H.323 dari Sisi Feature	102
Tabel 4.3	Perbandingan Codec-Codec dalam VoIP	106
Tabel 4.4	Muser	126
Tabel 4.5	SIP	126
Tabel 4.6	Extensions	128
Tabel 4.7	Voicemail	130
Tabel 4.8	CDR	131
Tabel 4.9	Data teknis pengujian voicemail pada jaringan LAN	242
Tabel 4.10	Data teknis pengujian call conference pada jaringan LAN	244
Tabel 4.11	Hasil pengujian packet dan bandwidth pada jaringan lan	254
Tabel 4.12	Data teknis pengujian voicemail pada jaringan internet	256
Tabel 4.13	Hasil pengujian packet dan bandwidth pada jaringan internet	267
Tabel 4.14	Hasil pengujian packet dan bandwidth pada jaringan PSTN	271
Tabel 4.15	Evaluasi Perbandingan sistem yang dirancang dengan system yang sedang berjalan	273
Tabel 4.16	Evaluasi Perbandingan sistem yang dirancang dengan sistem PBX lain .	278

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Topologi Star	13
Gambar 2.2	Topologi Ring	14
Gambar 2.3	Topologi Bus	15
Gambar 2.4	Extended Star	16
Gambar 2.5	TCP/IP Layer	31
Gambar 2.6	Perbandingan Model OSI Layer dan TCP/IP Layer	35
Gambar 2.7	Jaringan Dasar 4-Telepon	42
Gambar 2.8	Diagram Use Case	68
Gambar 2.9	Diagram Sequence	79
Gambar 3.1	Peta Jangkauan Wilayah TVRI	73
Gambar 3.2	Bagan Struktur Organisasi TVRI	75
Gambar 3.3	Bagan Struktur Organisasi Direktorat Teknik TVRI	76
Gambar 3.4	Skema Jaringan LAN di TVRI	78
Gambar 3.5	Main Switch TVRI	81
Gambar 3.6	Switch 3com TVRI	81
Gambar 3.7	Server TVRI	82
Gambar 3.8	PC Client TVRI	83
Gambar 3.9	Arsitektur Jaringan PABX TVRI	89
Gambar 4.1	Perancangan VoIP SIP PBX TVRI	113
Gambar 4.2	Rancangan Topologi Jaringan TVRI	115
Gambar 4.3	Rancangan menu <i>login</i>	133
Gambar 4.4	Rancangan menu <i>admin</i>	134

Gambar 4.5	Rancangan menu <i>user</i>	135
Gambar 4.6	Rancangan VoIP Web Portal	138
Gambar 4.7	Rancangan STD Index	141
Gambar 4.8	Rancangan STD Admin Home	142
Gambar 4.9	Rancangan STD SIP	143
Gambar 4.10	Rancangan STD Add New SIP	144
Gambar 4.11	Rancangan STD Edit SIP	145
Gambar 4.12	Rancangan STD Extentions	146
Gambar 4.13	Rancangan STD Add New Extentions	147
Gambar 4.14	Rancangan STD Edit Extentions	148
Gambar 4.15	Rancangan STD <i>Voicemail</i>	149
Gambar 4.16	Rancangan STD CDR	150
Gambar 4.17	Rancangan STD Online <i>User</i>	151
Gambar 4.18	Rancangan STD AGI	152
Gambar 4.19	Rancangan STD ManConfig	153
Gambar 4.20	Rancangan STD <i>User Home</i>	154
Gambar 4.21	Rancangan STD Profile	155
Gambar 4.22	Rancangan STD Online <i>User</i>	156
Gambar 4.23	Rancangan STD CDR <i>User</i>	157
Gambar 4.24	Rancangan STD Help	158
Gambar 4.25	Rancangan STD Contact Us	159
Gambar 4.26	Sequence Diagram Untuk Login Berhasil	160
Gambar 4.27	Sequence Diagram Untuk Login gagal	161
Gambar 4.28	Sequence Diagram untuk Show SIP account	162

Gambar 4.29 Sequence Diagram untuk Add New SIP Account Berhasil	163
Gambar 4.30 Sequence Diagram untuk Add New SIP Account gagal	164
Gambar 4.31 Sequence Diagram untuk Edit SIP Account Berhasil	165
Gambar 4.32 Sequence Diagram untuk Edit SIP Account gagal	166
Gambar 4.33 Sequence Diagram untuk Delete SIP Account.....	167
Gambar 4.34 Sequence Diagram untuk Show Extentions	168
Gambar 4.35 Sequence Diagram untuk Add New Extentions berhasil	169
Gambar 4.36 Sequence Diagram untuk Add New Extentions gaga	170
Gambar 4.37 Sequence Diagram untuk Edit Extentions berhasil	171
Gambar 4.38 Sequence Diagram untuk Edit Extentions gagal	172
Gambar 4.39 Sequence Diagram untuk Delete Extentions	173
Gambar 4.40 Sequence Diagram untuk Show <i>Voicemail</i>	174
Gambar 4.41 Sequence Diagram untuk Delete <i>Voicemail</i>	175
Gambar 4.42 Sequence Diagram untuk CDR	176
Gambar 4.43 Sequence Diagram untuk Show Profile	177
Gambar 4.44 Sequence Diagram untuk Change Password berhasil	178
Gambar 4.45 Sequence Diagram untuk Change Pasword gagal	179
Gambar 4.46 Sequence Diagram untuk Logout	180
Gambar 4.47 Rancangan Layar index	181
Gambar 4.48 Rancangan Layar Admin Home	182
Gambar 4.49 Rancangan Layar SIP	182
Gambar 4.50 Rancangan Layar Extention	183
Gambar 4.51 Rancangan Layar <i>Voicemail</i>	184
Gambar 4.52 Rancangan Layar CDR.....	185

Gambar 4.53 Rancangan Layar Online <i>User</i>	185
Gambar 4.54 Rancangan Layar AGI	186
Gambar 4.55 Rancangan Layar ManConfig	187
Gambar 4.56 Rancangan Layar <i>User Home</i>	188
Gambar 4.57 Rancangan Layar Profile	188
Gambar 4.58 Rancangan Layar CDR (<i>User</i>)	189
Gambar 4.59 Rancangan Layar Online <i>User (User)</i>	190
Gambar 4.60 Rancangan Layar Help	190
Gambar 4.61 Rancangan Layar Contact Us	191
Gambar 4.62 Server Console Asterisk	195
Gambar 4.63 Halaman Login	215
Gambar 4.64 Halaman Web Bagi Admin	216
Gambar 4.65 Halaman SIP pada Admin	217
Gambar 4.66 Halaman Add New SIP pada Admin	218
Gambar 4.67 Halaman Edit SIP pada Admin	219
Gambar 4.68 Halaman Extension pada Admin	220
Gambar 4.69 Halaman Add New Extention pada Admin	221
Gambar 4.70 Halaman Edit extention pada Admin	222
Gambar 4.71 Halaman Voicemail pada Admin	223
Gambar 4.72 Halaman CDR pada Admin	224
Gambar 4.73 Halaman Online user pada Admin	225
Gambar 4.74 Halaman Agi pada Admin	225
Gambar 4.75 Halaman ManConfig pada Admin	226
Gambar 4.76 Halaman Home pada User	227

Gambar 4.77 Halaman Profile pada User	228
Gambar 4.78 Halaman Change Password pada User	228
Gambar 4.79 Halaman Online User pada User	229
Gambar 4.80 Halaman Help pada User	230
Gambar 4.81 Halaman Contact Us pada User	230
Gambar 4.82 Informasi sistem, produk, dan status Sipura	232
Gambar 4.83 Konfigurasi sistem pada PAP2T	233
Gambar 4.84 Konfigurasi line 1 pada PAP2T	233
Gambar 4.85 Sip Account Setting pada X-Lite	235
Gambar 4.86 Tabel SIP Account pada X-Lite	235
Gambar 4.87 Properties of Account pada X-Lite	236
Gambar 4.88 Tabel SIP Account pada X-Lite	236
Gambar 4.89 X-Lite	237
Gambar 4.90 Option pada X-Lite	237
Gambar 4.91 Menu Option pada X-Lite	238
Gambar 4.92 Menu Audio Codec pada X-Lite	238
Gambar 4.93 Pengujian Fungsi Telepon	240
Gambar 4.94 Signaling protocol voicemail pada pengujian jaringan LAN	241
Gambar 4.95 Signaling protocol call conference pada pengujian jaringan LAN ...	243
Gambar 4.96 Skenario pengujian LAN 1	245
Gambar 4.97 Statistik jaringan lan pengujian 1	245
Gambar 4.98 Skenario pengujian LAN 2	246
Gambar 4.99 Statistik jaringan Lan pengujian 2	246
Gambar 4.100 Skenario pengujian LAN 3	247

Gambar 4.101	Statistik jaringan lan pengujian 3	247
Gambar 4.102	Skenario pengujian LAN 4	248
Gambar 4.103	Statistik jaringan lan pengujian 4	248
Gambar 4.104	Skenario pengujian LAN 5	249
Gambar 4.105	Statistik jaringan lan pengujian 5	249
Gambar 4.106	Skenario pengujian LAN 6	250
Gambar 4.107	Statistik jaringan lan pengujian 6	250
Gambar 4.108	Skenario pengujian LAN 7	251
Gambar 4.109	Statistik jaringan lan pengujian 7	251
Gambar 4.110	Skenario pengujian LAN 8	252
Gambar 4.111	Statistik jaringan lan pengujian 8	252
Gambar 4.112	Skenario pengujian LAN 9	253
Gambar 4.113	Statistik jaringan lan pengujian 9	253
Gambar 4.114	Pengujian Fungsi Telepon	255
Gambar 4.115	Signaling protocol voicemail pada pengujian jaringan internet	256
Gambar 4.116	Skenario pengujian internet 1	257
Gambar 4.117	Statistik jaringan internet pengujian 1	258
Gambar 4.118	Skenario pengujian internet 2	259
Gambar 4.119	Statistik jaringan internet pengujian 2	259
Gambar 4.120	Skenario pengujian internet 3	260
Gambar 4.121	Statistik jaringan internet pengujian 3	260
Gambar 4.122	Skenario pengujian internet 4	261
Gambar 4.123	Statistik jaringan internet pengujian 4	261
Gambar 4.124	Skenario pengujian internet 5	262

Gambar 4.125	Statistik jaringan internet pengujian 5	.....	262
Gambar 4.126	Skenario pengujian internet 6	.....	263
Gambar 4.127	Statistik jaringan internet pengujian 6	.....	263
Gambar 4.128	Skenario pengujian internet 7	.....	264
Gambar 4.129	Statistik jaringan internet pengujian 7	.....	264
Gambar 4.130	Skenario pengujian internet 8	.....	265
Gambar 4.131	Statistik jaringan internet pengujian 8	.....	265
Gambar 4.132	Skenario pengujian internet 9	.....	266
Gambar 4.133	Statistik jaringan internet pengujian 9	.....	266
Gambar 4.134	Skenario pengujian PSTN 1	.....	268
Gambar 4.135	Statistik jaringan PSTN pengujian 1	.....	269
Gambar 4.136	Skenario pengujian PSTN 2	.....	269
Gambar 4.137	Statistik jaringan PSTN pengujian 2	.....	270
Gambar 4.138	Skenario pengujian PSTN 3	.....	270
Gambar 4.139	Statistik jaringan PSTN pengujian 3	.....	271