

**IMPLEMENTASI DAN ANALISIS *QUALITY OF SERVICE*
(QOS) LAYANAN *VIDEO CONFERENCE* DENGAN
VPN MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH:

**IBEL DWI AMIZA
061640351884**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020**

TUGAS AKHIR
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS *QUALITY OF SERVICE*
(QOS) LAYANAN *VIDEO CONFERENCE* DENGAN
VPN MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Telekomunikasi Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi

Oleh:

Nama / NIM : Ibel Dwi Amiza / 0616 4035 1884
Dosen Pembimbing I : Hj. Lindawati, S.T., M.TI.
Dosen Pembimbing II : Sopian Soim, S.T.,M.T.

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI DAN ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* (QOS) LAYANAN *VIDEO CONFERENCE* DENGAN VPN MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER



TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

OLEH:

IBEL DWI AMIZA
0616 4035 1884

Palembang, September 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Hj. Lindawati, S.T., M.TI.
NIP. 197105282006042001

Sopian Soim, S.T., M.T.
NIP. 197103142001121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ketua Program Studi
Teknik Telekomunikasi

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002

Hj. Lindawati, S.T., M.TI.
NIP. 197105282006042001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ibel Dwi Amiza

NIM : 061640351884

Judul : **Implementasi dan Analisis *Quality of Service* (QoS) Layanan Video Conference dengan VPN Menggunakan MikroTik Router**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil kerja saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam tugas akhir ini kecuali yang telah disebutkan sumbernya, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Agustus 2020
Penulis,

Ibel Dwi Amiza
NIM. 061640351884

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“What matters most is how well you walk through the fire.”

(Charles Bukowski)

“We always remember to thank others, but we often forget to thank ourselves.”

(Ibel Dwi Amiza)

Saya persembahkan ini kepada :

- ❖ Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.**
- ❖ Kedua orang tua ku tercinta, Ibu dan Ayah.**
- ❖ Kakakku Yolanda dan Adikku Rizkika.**
- ❖ Ibu Hj. Lindawati, S.T., M.TI. dan Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang tak henti membagi ilmu dan memberikan bimbingan.**
- ❖ Keluarga besar yang selalu memberikan doa dan semangat.**
- ❖ Teman-teman perjuangan angkatan 2016 Prodi Teknik Telekomunikasi, terkhusus kepada kelas TEB 2016 .**
- ❖ Almamaterku “Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang”.**

***IMPLEMENTASI DAN ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QoS)
LAYANAN VIDEO CONFERENCE DENGAN VPN MENGGUNAKAN
MIKROTIK ROUTER
(2020 : xviii + 159 halaman + 126 gambar + 33 tabel + 10 lampiran)***

IBEL DWI AMIZA

0616 4035 1884

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Video conference adalah suatu layanan komunikasi yang dapat digunakan untuk mempertemukan dua pengguna (*client*) ataupun lebih. *Video conference* dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan yang membutuhkan komunikasi secara *real time* tanpa harus bertatap muka secara langsung. Salah satu *open source* yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana berkomunikasi adalah OpenMeetings. OpenMeetings menggunakan IP dan dalam jaringan yang sama sebagai sarana untuk melakukan *video conference* antar *client*. Namun jika suatu *client* sedang tidak berada dalam suatu jaringan yang sama, maka dapat memanfaatkan teknologi *Virtual Private Network* (VPN). VPN dapat diremote dengan menggunakan MikroTik router. Layanan *video conference* membutuhkan suatu konektifitas yang cukup tinggi dan stabil. *Quality of Service* (QoS) dapat digunakan apakah jaringan tersebut layak untuk melakukan *video conference* atau tidak. Parameter QoS yang digunakan berupa *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Pengujian QoS tersebut dapat dilakukan menggunakan Wireshark. Dari hasil pengujian layanan *video conference* dengan metode *Black Box*, layanan *video conference* dengan OpenMeetings berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Semua menu berfungsi dengan baik. Pengujian layanan QoS menggunakan standar TIPHON. Dari hasil pengujian dengan menggunakan tiga parameter jaringan yaitu LAN, WLAN dan internet dengan VPN diketahui bahwa semakin bertambah jumlah *client* yang bergabung dengan *video conference* maka nilai *delay* dan *jitter* akan semakin besar. Untuk pengujian layanan QoS, data yang didapatkan untuk parameter jaringan LAN mendapatkan indeks 4 atau sangat memuaskan. Untuk parameter WLAN mendapatkan indeks 3 atau memuaskan, hal ini bias saja dipengaruhi oleh banyaknya pengguna yang mengakses jaringan tersebut. Untuk parameter internet dengan VPN mendapatkan nilai indeks 4 atau memuaskan.

Kata Kunci: *Video conference*, OpenMeetings, VPN, QoS, Wireshark.

***IMPLEMENTATION AND ANALYSIS OF THE QUALITY OF SERVICE
(QOS) VIDEO CONFERENCE SERVICES WITH VPN USING MICROTIK
ROUTER***

(2020 : xviii + 159 page + 126 figure + 33 table + 10 attachments)

IBEL DWI AMIZA

0616 4035 1884

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Video Conference is a communication service that can be used to bring together two users (client) or more. Video conferencing can be used for a variety of activities that require communication in real-time without having to come face to face directly. One open-source that can be utilized as a means of communicating is OpenMeetings. OpenMeetings uses IP and in the same network as a means of conducting video conferencing between clients. But if a client is not in the same network, it can utilize the Virtual Private Network (VPN) technology. The VPN can be remote by using a MikroTik router. The Video conferencing service requires fairly high and stable connectivity. Quality of Service (QoS) can be used whether the network is eligible for video conferencing. The QoS parameters used are throughput and packet loss. QoS testing can be done using Wireshark. From the test results of video conference services using the Black Box method, video conference services with OpenMeetings are running as expected. All menu works fine. QoS service testing using the TIPHON standard. From the test results using three network parameters, namely LAN, WLAN, and internet with VPN, it is known that the increasing number of clients joining the video conference, the greater the value of delay and jitter. For testing QoS services, the data obtained for LAN network parameters get index 4 or very satisfactory. For the WLAN parameter to get an index of 3 or satisfactory, this could be influenced by the number of users accessing the network. For internet parameters with VPN get an index value of 4 or satisfactory.

Keywords: Video conference, OpenMeetings, VPN, QoS, Wireshark

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Implementasi dan Analisis *Quality of Service (QoS)* Layanan Video Conference dengan VPN Menggunakan MikroTik Router**”. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi DIV Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dengan selesainya tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Hj. Lindawati, S.T., M.TI. dan Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasihatnya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak DR. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T.,M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Hj. Lindawati, S.T., M.TI., selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi DIV Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak / Ibu Dosen Program Studi Teknik Telekomunikasi DIV.
6. Keluarga dan teman-teman yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam menyusun tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kekeliruan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca

dan khususnya penulis serta bagi mahasiswa Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi DIV Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Ruang Lingkup Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Metodologi Penulisan	6
1.7.1 Metode Konsultasi	6
1.7.2 Metode Studi Pustaka	6
1.7.3 Metode Eksperimen	6
1.7.4 Metode Observasi	6
1.8 Sistematika penulisan	6
BAB II TINJAUAN UMUM	8
2.1. <i>Video</i>	8
2.2. <i>Video Conference</i>	8
2.3. Router	9
2.3.1. Mikrotik Router	10
2.4. Topologi Jaringan Komputer	11
2.4.1. Topologi <i>Bus</i>	11
2.4.2. Topologi <i>Ring</i>	12
2.4.3. Topologi <i>Star</i>	13
2.4.4. Topologi <i>Mesh</i>	14
2.4.5. Topologi <i>Hybrid</i>	14
2.4.6. Topologi <i>Wireless</i>	15
2.5. <i>Local Area Network (LAN) dan Wireless Local Area Network (WLAN)</i>	15
2.5.1. <i>Local Area Network (LAN)</i>	15

2.5.2.	<i>Wireless Local Area Network (WLAN)</i>	16
2.6.	Internet	16
2.7.	<i>Virtual Private Network (VPN)</i>	17
2.8.	<i>Internet Protocol Address (Alamat IP)</i>	19
2.9.	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)</i>	21
2.10.	Wireshark	24
2.11.	OpenMeetings	24
2.12.	<i>Quality of Service</i>	25
2.12.1.	Parameter QoS	26
2.12.2.	Faktor Pengaruh Penurunan QoS	29
2.13	<i>Black Box Testing</i>	30
2.14.	Penelitian Terdahulu	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		34
3.1.	Kerangka Penelitian	34
3.2.	Perancangan Perangkat	35
3.2.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	37
3.2.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	38
3.2.2.1.	Winbox	38
3.2.2.2.	OpenMeetings	38
3.2.2.3.	WireShark	64
3.3.	Pemodelan Jaringan	65
3.4.	Konfigurasi Jaringan	67
3.4.1.	Konfigurasi Layanan <i>Video Conference</i>	69
3.4.2.	Konfigurasi Layanan VPN	72
3.5.	Persiapan Data	75
3.6.	Pengembangan Metoda	75
3.7.	Tes Kinerja Sistem	75
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		77
4.1.	Skenario Penelitian	77
4.2.	Implementasi	78
4.3.	Hasil Perhitungan dan Pengukuran Parameter QoS	81
4.3.1.	Parameter LAN	82
4.3.1.1.	Untuk 2 <i>Client</i>	82
4.3.1.2.	Untuk 3 <i>Client</i>	84
4.3.1.3.	Untuk 4 <i>Client</i>	87
4.3.2.	Parameter WLAN	90
4.3.2.1.	Untuk 2 <i>Client</i>	90
4.3.2.2.	Untuk 3 <i>Client</i>	93
4.3.2.3.	Untuk 4 <i>Client</i>	96
4.3.2.4.	Untuk 5 <i>Client</i>	99
4.3.2.5.	Untuk 6 <i>Client</i>	102
4.3.2.6.	Untuk 7 <i>Client</i>	105
4.3.2.7.	Untuk 8 <i>Client</i>	108

4.3.2.8.	Untuk 9 <i>Client</i>	111
4.3.2.9.	Untuk 10 <i>Client</i>	114
4.3.3.	Parameter Internet dengan VPN.....	117
4.3.3.1.	Untuk 2 <i>Client</i>	117
4.3.3.2.	Untuk 3 <i>Client</i>	120
4.3.3.3.	Untuk 4 <i>Client</i>	123
4.3.3.4.	Untuk 5 <i>Client</i>	126
4.3.3.5.	Untuk 6 <i>Client</i>	129
4.3.3.6.	Untuk 7 <i>Client</i>	132
4.3.3.7.	Untuk 8 <i>Client</i>	135
4.3.3.8.	Untuk 9 <i>Client</i>	138
4.3.3.9.	Data Hasil Untuk 10 <i>Client</i>	141
4.4.	Data Hasil Pengukuran QoS	144
4.5.	Perhitungan QoS	151
4.5.1	Parameter LAN.....	151
4.5.2	Parameter WLAN	151
4.5.3	Parameter Internet.....	152
4.6	Analisa	156
BAB V	PENUTUP	158
5.1.	Kesimpulan	158
5.2.	Saran	159

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Proses Terjadinya <i>Video Conference</i>8
2.2	Router MikroTik.....10
2.3	Topologi <i>Bus</i>11
2.4	Topologi <i>Ring</i>12
2.5	Topologi <i>Star</i>13
2.6	Topologi <i>Mesh</i>14
2.7	Topologi <i>Hybrid</i>14
2.8	Ilustrasi LAN Sederhana15
2.9	Ilustrasi WLAN Sederhana.....16
2.10	Proses Komunikasi data Antar Lapisan TCP/IP.....22
3.1	Kerangka Penelitian.....34
3.2	Tahapan Penelitian Secara Keseluruhan.....36
3.3	Logo Winbox38
3.4	Diagram Alir Perancangan Sistem OpenMeetings.....39
3.5	Tampilan Awal <i>Software</i> Ghostscript.....40
3.6	Proses Instalisasi <i>Software</i>40
3.7	Tampilan Awal <i>Software</i> Oracle Java 1.8.40
3.8	Proses Instalisasi <i>Software</i> LibreOffice.....41
3.9	Proses <i>Extracting</i> ImageMagick.....41
3.10	Proses Instalisasi <i>Software</i> Sox42
3.11	Proses Instalisasi Adobe Flash Player42
3.12	File Pendukung MSYS43
3.13	Tampilan <i>Script</i> tar xvzf lame-3.100.tar.gz44
3.14	Tampilan <i>Script</i> cd ~/lame-3.10044
3.15	Tampilan <i>Script</i> Make Clean && Make.....45
3.16	Tampilan <i>Script</i> Make Install45
3.17	Tampilan <i>Script</i> tar xvzf fdk-aac-0.1.6.tar.gz.....46
3.18	Tampilan <i>Script</i> cd ~/fdk-aac-0.1.646
3.19	Tampilan <i>Script</i> Make Clean && Make.....47
3.20	Tampilan <i>Script</i> Make Install47
3.21	Tampilan <i>Script</i> tar xvjf x264-snapshot-20180613-2245.tar.bz2.....48
3.22	Tampilan <i>Script</i> cd ~/x264-snapshot-20180613-224548
3.23	Tampilan <i>Script</i> Make Clean && Make.....49
3.24	Tampilan <i>Script</i> Make Install49
3.25	Tampilan <i>Script</i> tar xvjf ffmpeg-4.0.tar.bz250
3.26	Tampilan <i>Script</i> cd ~/ffmpeg-4.051
3.27	Tampilan <i>Script</i> Make Clean && Make.....51

3.28	Tampilan <i>Script Make Install</i>	52
3.29	Tampilan File Pendukung MSYS	52
3.30	Tampilan Proses Instalasi dan Pengisian <i>Password MariaDB</i>	53
3.31	Tampilan Terminal MariaDB	54
3.32	Tampilan <i>Environment Variables</i>	55
3.33	Tampilan <i>New User Variable</i>	55
3.34	Tampilan <i>Path</i>	56
3.35	Tampilan <i>Edit Environment Variables</i>	56
3.36	Tampilan <i>Services Window</i>	57
3.37	Tampilan <i>Enabeling Import</i> pada OpenMeetings.....	58
3.38	Tampilan <i>DB Configuration</i>	58
3.39	Tampilan <i>Userdata</i> pada OpenMeetings	59
3.40	Tampilan <i>Configuration</i> OpenMeetings.....	59
3.41	Tampilan <i>Convert File</i> OpenMeetings	60
3.42	Tampilan <i>Crypt Type</i>	60
3.43	Tampilan OpenMeetings Telah Terinstal	61
3.44	Tampilan Terminal red5-OpenMeetings	62
3.45	<i>Login</i> OpenMeetings	62
3.46	Halaman <i>Home</i> OpenMeetings.....	63
3.47	<i>Rooms</i> OpenMeetings	63
3.48	<i>Rooms</i> OpenMeetings	64
3.49	Diagram Alir Kinerja <i>Wireshark</i>	65
3.50	Topologi Jaringan Keseluruhan.....	65
3.51	Topologi Jaringan LAN	66
3.52	Topologi Jaringan WLAN	66
3.53	Topologi Jaringan Internet dengan VPN	67
3.54	Diagram Alir Perancangan Jaringan Layanan <i>video conference</i> dan VPN ..	68
3.55	IP Config.....	69
3.56	NAT <i>Rule</i> pada MikroTik.....	70
3.57	Addresses List pada MikroTik.....	70
3.58	Halaman <i>Login</i> OpenMeetings	71
3.59	Halaman Video Conference dengan OpenMeetings.....	71
3.60	Halaman <i>Video Conference</i> OpenMeetings.....	72
3.61	Halaman <i>Register</i> FreeDDNS.....	72
3.62	Halaman <i>Create VPN Remote</i> FreeDDNS	73
3.63	Tampilan <i>Interface</i> pada MikroTik Router.....	73
3.64	Tampilan General NAT <i>Rule</i> MikroTik Router	74
3.65	Tampilan Action NAT <i>Rule</i> MikroTik Router	74
3.66	Halaman <i>Login</i> OpenMeetings dengan VPN	75
4.1	Tampilan <i>Login</i>	78
4.2	Halaman Utama	78
4.3	Jadwal Rapat	79
4.4	Pengujian <i>Video Conference</i> dengan OpenMeetings	79

4.5	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 2 Client</i>	82
4.6	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 2 Client</i>	83
4.7	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 3 Client</i>	85
4.8	<i>Hasil Pengukuran Pocket Loss untuk 3 Client</i>	86
4.9	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 4 Client</i>	88
4.10	<i>Hasil Pengukuran Packet Loss untuk 4 Client</i>	89
4.11	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 2 Client</i>	91
4.12	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 2 Client</i>	92
4.13	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 3 Client</i>	94
4.14	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 3 Client</i>	95
4.15	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 4 Client</i>	97
4.16	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 4 Client</i>	98
4.17	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 5 Client</i>	100
4.18	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 5 Client</i>	101
4.19	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 6 Client</i>	103
4.20	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 6 Client</i>	104
4.21	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 7 Client</i>	106
4.22	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 7 Client</i>	107
4.23	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 8 Client</i>	109
4.24	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 8 Client</i>	110
4.25	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 9 Client</i>	112
4.26	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 9 Client</i>	113
4.27	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 10 Client</i>	115
4.28	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 10 Client</i>	116
4.29	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 2 Client</i>	118
4.30	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 2 Client</i>	119
4.31	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 3 Client</i>	121
4.32	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 3 Client</i>	12
4.33	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 4 Client</i>	124
4.34	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 4 Client</i>	125
4.35	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 5 Client</i>	127
4.36	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 5 Client</i>	128
4.37	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 6 Client</i>	130
4.38	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 6 Client</i>	131
4.39	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 7 Client</i>	133
4.40	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 7 Client</i>	134
4.41	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 8 Client</i>	136
4.42	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 8 Client</i>	137
4.43	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 9 Client</i>	139
4.44	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 9 Client</i>	140
4.45	<i>Capture File Hasil Pengukuran pada WireShark untuk 10 Client</i>	142
4.46	<i>Capture File Pengukuran Packet Loss untuk 10 Client</i>	143
4.47	<i>Grafik Hasil Pengukuran Throughput</i>	153

4.48	Grafik Hasil Pengukuran <i>Packet Loss</i>	153
4.49	Grafik Hasil Pengukuran <i>Delay</i>	154
4.50	Grafik Hasil Pengukuran <i>Jitter</i>	155

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Karakteristik Topologi <i>Bus</i>	12
2.2 Karakteristik Topologi <i>Ring</i>	12
2.3 Karakteristik Topologi <i>Star</i>	13
2.4 Indeks Parameter QoS	26
2.5 Kategori Nilai <i>Throughput</i>	27
2.6 Kategori Nilai <i>Packet Loss</i>	27
2.7 Kategori Nilai <i>Delay</i>	28
2.8 Kategori Nilai <i>Jitter</i>	29
2.9 Kelebihan dan Kelemahan <i>Black Box Testing</i>	30
2.10 Penelitian Terdahulu	31
4.1 Pengujian <i>Black Box</i> pada Menu <i>Login</i>	80
4.2 Pengujian <i>Black Box</i> pada Menu <i>Home Page</i>	80
4.3 Pengujian <i>Black Box</i> pada Menu <i>Rooms</i>	80
4.4 Pengujian <i>Black Box</i> pada Menu Proses Rekam	81
4.5 Pengujian <i>Black Box</i> pada Menu Administrasi	81
4.6 Pengujian <i>Black Box</i> pada Menu <i>Logout</i>	81
4.7 Parameter QoS untuk Jaringan LAN	144
4.8 <i>Throughput</i> untuk Jaringan LAN	145
4.9 <i>Packet Loss</i> untuk Jaringan LAN	145
4.10 <i>Delay</i> untuk Jaringan LAN	145
4.11 <i>Jitter</i> untuk Jaringan LAN	145
4.12 Parameter QoS untuk Jaringan WLAN	146
4.13 <i>Throughput</i> untuk Jaringan WLAN	146
4.14 <i>Packet Loss</i> untuk Jaringan WLAN	147
4.15 <i>Delay</i> untuk Jaringan WLAN	147
4.16 <i>Jitter</i> untuk Jaringan WLAN	148
4.17 Parameter QoS untuk Jaringan Internet	148
4.18 <i>Throughput</i> untuk Jaringan Internet	149
4.19 <i>Packet Loss</i> untuk Jaringan Internet	149
4.20 <i>Delay</i> untuk Jaringan Internet	150
4.21 <i>Jitter</i> untuk Jaringan Internet	150
4.22 Hasil Perhitungan Rata-Rata Parameter QoS	151
4.23 Hasil Perhitungan QoS	152

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2** Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing I
- Lampiran 3** Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing II
- Lampiran 4** Lembar Konsultasi Pembimbing I
- Lampiran 5** Lembar Konsultasi Pembimbing II
- Lampiran 6** Lembar Rekomendasi
- Lampiran 7** Lembar Revisi Ujian Tugas Akhir
- Lampiran 8** Letter of Acceptance
- Lampiran 9** *Capture* Parameter QoS
- Lampiran 10** Tabel Parameter QoS Secara Keseluruhan