

TUGAS AKHIR
ANALISA LAYANAN JARINGAN INTERNET DENGAN METODE
PEER CONNECTION QUEUE (PCQ) DAN OPTIMALISASI
BANDWIDTH DENGAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN*
BUCKET (HTB)



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

Oleh :

TRIANI AJENG SETYOWATI 061540351541

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2019

ANALISA LAYANAN JARINGAN INTERNET DENGAN METODE *PEER CONNECTION QUEUE* (PCQ) DAN OPTIMALISASI BANDWIDTH DENGAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET* (HTB)



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

Oleh :

Nama	: Triani Ajeng Setyowati
Dosen Pembimbing I	: Lindawati, S.T., M.T.I.
Dosen Pembimbing II	: R.A. Halimatussa'diyah, S.T., .Kom.

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019**

**ANALISA LAYANAN JARINGAN INTERNET DENGAN METODE PEER
CONNECTION QUEUE (PCQ) DAN OPTIMALISASI BANDWIDTH
DENGAN METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB)**



TUGAS AKHIR
Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Mata Kuliah
Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik
Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya

OLEH :

Triani Ajeng Setyowati (061540351541)

Pembimbing I

Lindawati, S.T., M.T.I.
NIP. 197105282006042001

Palembang, Agustus 2019
Pembimbing II

R.A. Halimatussa'diyah, S.T., .Kom.
NIP. 197406022005012002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003

**Ketua Program Studi
Teknik Telekomunikasi**

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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Triani Ajeng Setyowati

NIM : 061540351541

Judul : Analisa Layanan Jaringan Internet Dengan Metode *Peer Connection Queue* (PCQ) Dan Optimalisasi Bandwidth Dengan Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB)

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

Demikian pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2019

Penulis,



Triani Ajeng Setyowati

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“ $6 + 3 = 9$ but so does $5 + 4$. The way you do things isn't always the only way to do them. Respect other people's way of thinking”

Saya persembahkan ini kepada :

- ❖ Kedua orang tua ku tercinta**
- ❖ Saudara-saudaraku tyang selalu memberi doa dan semangat.**
- ❖ Ibu Lindawati, S.T., M.T.I. dan Ibu R.A. Halimatussa'diyah, S.T., .Kom. selaku dosen pembimbing yang tak henti membagi ilmu dan memberikan bimbingan kepada saya.**
- ❖ Keluarga besar yang selalu memberikan doa dan semangat.**
- ❖ Teman-teman seperjuangan Prodi Teknik Telekomunikasi, terkhusus kepada kelas TEA 2015.**
- ❖ Almamaterku “Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang”.**

ANALISA LAYANAN JARINGAN INTERNET DENGAN METODE *PEER CONNECTION QUEUE* (PCQ) DAN OPTIMALISASI BANDWIDTH DENGAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET* (HTB)

(2019 : xx + 150 halaman + 100 gambar + 29 tabel + 13 lampiran)

**TRIANI AJENG SETYOWATI
061540151541
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Penggunaan internet secara masal mengakibatkan menurunnya performansi jaringan seiring dengan bertambahnya pengguna jaringan. Cara yang dapat ditempuh untuk mengurangi penurunan performansi jaringan yaitu dengan melakukan manajemen bandwidth. Manajemen bandwidth sangat penting dalam pengaturan alokasi bandwidth yang akan diberikan kepada user untuk menghindari perebutan alokasi bandwidth yang ada di jaringan. Mikrotik memiliki QoS yang digunakan untuk mengatur penggunaan bandwidth secara rasional. Penelitian ini memberikan perbandingan pembagian bandwidth dengan dua metode yang berbeda. Metode yang digunakan adalah *Peer Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB). PCQ pada *queue type* adalah salah satu fitur dari MikroTik untuk membantu manage traffic rate dan traffic packet. *Hierarchical Token Bucket* (HTB) merupakan jenis aplikasi yang digunakan untuk membatasi akses menuju ke port/IP tertentu tanpa mengganggu trafik bandwidth pengguna lain. Hasil yang didapatkan adalah dapat dilihat bahwa kualitas jaringan dengan menggunakan metode antrian HTB (*Hierarchical Token Bucket*) lebih optimal, di bandingkan dengan metode PCQ (*Peer Connection Queue*) hal ini dikarenakan semua client akan mendapatkan kuota bandwidth sesuai dengan rule yang diterapkan pada bandwidth management.

***Kata kunci* : Qos, PCQ, HTB**

ANALYSIS OF INTERNET NETWORK SERVICES USING PEER CONNECTION QUEUE (PCQ) METHOD AND BANDWIDTH OPTIMIZATION USING HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB) METHOD

(2019 : xx + 150 pages + 100 pictures + 29 tables + 13 appendixes)

TRIANI AJENG SETYOWATI

061540351541

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

**STUDY PROGRAM IN APPLIED GRADUATION OF
TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA**

Mass internet usage results in reduced network performance along with the increase in network users. Ways that can be taken to reduce network performance degradation is by doing bandwidth management. Bandwidth management is very important in the regulation of bandwidth allocation which will be given to the user to avoid fighting over the existing bandwidth allocation in the network. Mikrotik has QoS that is used to regulate bandwidth usage rationally.

This study provides a comparison of bandwidth distribution with two different methods. The method used is Per Connection Queue (PCQ) and Hierarchical Token Bucket (HTB). PCQ in the queue type is one of the features of MikroTik to help manage traffic rates and traffic packets. Hierarchical Token Bucket (HTB) is a type of application that is used to restrict access to certain ports / IPs without disturbing the bandwidth traffic of other users. The results obtained can be seen that the quality of the network using the HTB (Hierarchical Token Bucket) queuing method is more optimal, compared to the PCQ (Peer Connection Queue) method, because all clients will get bandwidth quota according to the rules applied to bandwidth management.

***Keywords* : QOS, PCQ, HTB**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal pratugasakhir yang berjudul:

“ANALISA LAYANAN JARINGAN INTERNET DENGAN METODE *PEER CONNECTION QUEUE (PCQ)* DAN OPTIMALISASI BANDWIDTH DENGAN METODE *HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB)*”

Proposal pratugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dengan selesainya proposal pratugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada **Ibu Lindawati, S.T., M.T.I.** dan **Ibu R.A. Halimatussa'diyah, S.T., M.Kom.** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasihatnya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan pratugas 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 Yudi Wijanarko, S.T.,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. Bapak Sopian Soim, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak / Ibu Dosen Program Studi Telekomunikasi.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga proposal pratugas akhir ini dapat penulis kembangkan menjadi tugas akhir yang bermanfaat bagi kita semua, umumnya para pembaca dan khususnya penulis serta bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Ruang Lingkup Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Metode Penulisan	3
1.8 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN UMUM	
2.1 Layanan Jaringan Internet	6
2.2 Bandwidth Management System	6
2.2.1 <i>Peer Connection Queue</i> (PCQ)	7
2.2.2 <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB)	8
2.3 <i>Quality Of Service</i> (QoS)	9
2.3.1 Parameter <i>Quality Of Service</i> (QoS)	10
2.3.3.1 <i>Throughput</i>	10
2.3.3.2 <i>Packet Loss</i>	11
2.3.3.3 <i>Delay</i>	12
2.3.3.4 <i>Jitter</i>	12
2.3.2 Perangkat Lunak Pendukung <i>Quality Of Service</i> (QoS)	13
2.3.2.1 Axence NetTools	13
2.3.2.2 Colasoft Capsa 11	13
2.3.2.3 Wireshark	13
2.4 Penelitian Terdahulu	14

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian	19
3.2 Perancangan Penelitian	20
3.3 Perancangan Perangkat	21
3.4 Persiapan Data	22
3.5 Tes Kinerja Sistem	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Topologi Jaringan	23
4.2 IP Address	23
4.3 Skenario Penelitian	24
4.3.1 Pengambilan Data Untuk Metode PCQ.....	24
4.3.2 Pengambilan Data Untuk Metode HTB	24
4.4 Konfigurasi Perangkat	25
4.4.1 Konfigurasi Dengan Metode PCQ.....	25
4.4.2 Konfigurasi Dengan Metode HTB	32
4.5 Perhitungan Parameter QOS.....	36
4.5.1 Pada Metode PCQ (<i>Peer Connection Queue</i>)	36
4.5.1.1 <i>Throughput</i>	36
4.5.1.2 <i>Packet Loss</i>	46
4.5.1.3 <i>Delay</i>	56
4.5.1.4 <i>Jitter</i>	66
4.5.2 Pada Metode HTB (<i>Hierarchical Token Bucket</i>).....	76
4.5.2.1 <i>Throughput</i>	76
4.5.2.2 <i>Packet Loss</i>	86
4.5.2.3 <i>Delay</i>	96
4.5.2.4 <i>Jitter</i>	106
4.6 Hasil Perhitungan Parameter QOS	117
4.6.1 Pada Metode PCQ	117
4.6.1.1 <i>Throughput</i>	117
4.6.1.2 <i>Packet Loss</i>	121
4.6.1.3 <i>Delay</i>	122
4.6.1.4 <i>Jitter</i>	125
4.6.1.5 Hasil Perhitungan Parameter-Parameter QOS.....	129
4.6.2 Pada Metode HTB	129
4.6.2.1 <i>Throughput</i>	129
4.6.2.2 <i>Packet Loss</i>	133
4.6.2.3 <i>Delay</i>	136
4.6.2.4 <i>Jitter</i>	139
4.6.2.5 Hasil Perhitungan Parameter-Parameter QOS.....	142
4.7 Hasil Perhitungan QOS	143
4.7.1 Pada Metode PCQ	143
4.7.2 Pada Metode HTB	144
4.8 Analisa.....	148

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	150
5.2 Saran.....	150

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 PCQ Rate	7
2.2 Mekanisme <i>Deficit Round Robin</i> (DRR)	8
2.3 QoS dalam Mengatur Sebuah Jaringan	9
3.1 Tahapan Kerangka Penelitian	17
3.2 Diagram Alir Penelitian	18
4.1 Topologi Jaringan	23
4.2 Login ke Winbox pada Metode PCQ.....	25
4.3 Tampilan Winbox pada Metode PCQ.....	25
4.4 IP Address	27
4.5 DNS Setting	27
4.6 Route List.....	28
4.7 Route List (Lanjutan).....	29
4.8 Route List (Lanjutan).....	29
4.9 NAT Rule	29
4.10 Setting NAT	30
4.11 Konfigurasi Mangle Client pada Tab General	30
4.12 Konfigurasi Mangle Mark Connection Client pada tab Action	31
4.13 Hasil Konfigurasi PCQ	31
4.14 Login ke Winbox pada Metode HTB.....	32
4.15 Tampilan Winbox pada Metode HTB.....	33
4.16 IP Address	34
4.17 Konfigurasi Mangle Client pada Tab General	35
4.18 Konfigurasi Mangle Mark Connection Client pada tab Action	35
4.19 Konfigurasi Mangle Mark Connection Client pada tab Advanced.....	35
4.20 Hasil Konfigurasi HTB	36
4.21 Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	37
4.22 Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	38
4.23 Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11.....	39
4.24 Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	40
4.25 Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	41
4.26 Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	42
4.27 Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	43
4.28 Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	44
4.29 Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark.....	45
4.30 Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	46

4.31	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	47
4.32	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	48
4.33	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	49
4.34	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	50
4.35	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	51
4.36	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	52
4.37	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	53
4.38	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	54
4.39	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	55
4.40	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	56
4.41	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	57
4.42	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	58
4.43	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	59
4.44	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	60
4.45	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	61
4.46	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	62
4.47	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	63
4.48	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	64
4.49	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	65
4.50	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	66
4.51	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	67
4.52	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	68
4.53	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	69
4.54	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	70

4.55 Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	71
4.56 Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	72
4.57 Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	73
4.58 Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	74
4.59 Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	75
4.60 Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	76
4.61 Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	77
4.62 Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	78
4.63 Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	79
4.64 Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	80
4.65 Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	81
4.66 Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	82
4.67 Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	83
4.68 Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	84
4.69 Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	85
4.70 Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	86
4.71 Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	87
4.72 Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	88
4.73 Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	89
4.74 Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	90
4.75 Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	91
4.76 Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	92
4.77 Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	93
4.78 Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	94

4.79	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	95
4.80	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	96
4.81	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	97
4.82	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	98
4.83	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	99
4.84	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	100
4.85	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	101
4.86	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	102
4.87	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	103
4.88	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	104
4.89	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	105
4.90	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	106
4.91	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	107
4.92	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	108
4.93	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	109
4.94	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	110
4.95	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	111
4.96	Hasil Pengukuran pada Saat Mendownload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	112
4.97	Hasil Pengukuran pada Saat Mengupload Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	113
4.98	Hasil Pengukuran pada Saat Melakukan Download dan Upload disaat Bersamaan Video dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	114
4.99	Hasil Pengukuran pada Saat Skype dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	115
4.100	Hasil Pengukuran pada Saat Whatsapp Videocall dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark	116

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
2.1 Kategori Kualitas QoS	9
2.2 Kategori Delay	10
2.3 Kategori Jitter	11
2.4 Kategori Packet Loss	12
2.5 Kategori Throughput	13
2.6 Penelitian Terdahulu	14
3.1 Perangkat yang Digunakan	19
4.1 IP Address	23
4.2 Hasil Pengukuran Throughput pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	117
4.3 Hasil Pengukuran Throughput pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	118
4.4 Hasil Pengukuran Throughput pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Wireshark.....	119
4.5 Hasil Pengukuran Packet Loss pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	120
4.6 Hasil Pengukuran Packet Loss pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	121
4.7 Hasil Pengukuran Packet Loss pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Wireshark.....	122
4.8 Hasil Pengukuran Delay pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	123
4.9 Hasil Pengukuran Delay pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	124
4.10 Hasil Pengukuran Delay pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Wireshark	125
4.11 Hasil Pengukuran Jitter pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	126
4.12 Hasil Pengukuran Jitter pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11.....	127
4.13 Hasil Pengukuran Jitter pada Metode PCQ Menggunakan Aplikasi Wireshark	128
4.14 Hasil Perhitungan Parameter QOS Menggunakan Metode PCQ.....	129
4.15 Hasil Pengukuran Throughput pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	130
4.16 Hasil Pengukuran Throughput pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	131
4.17 Hasil Pengukuran Throughput pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Wireshark.....	132
4.18 Hasil Pengukuran Packet Loss pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	133
4.19 Hasil Pengukuran Packet Loss pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11	134

4.20	Hasil Pengukuran Packet Loss pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Wireshark.....	135
4.21	Hasil Pengukuran Delay pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	136
4.22	Hasil Pengukuran Delay pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11.....	137
4.23	Hasil Pengukuran Delay pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Wireshark	138
4.24	Hasil Pengukuran Jitter pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Axence NetTools	139
4.25	Hasil Pengukuran Jitter pada Metode HTB Menggunakan Aplikasi Colasoft Capsa 11.....	140
4.26	Hasil Pengukuran Jitter pada Metode HTBMenggunakan Aplikasi Wireshark	141
4.27	Hasil Perhitungan Parameter QOS Menggunakan Metode HTB.....	142
4.28	Hasil Perhitungan QOS Menggunakan Metode PCQ.....	147
4.29	Hasil Perhitungan QOS Menggunakan Metode HTB.....	147

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Daftar Riwayat Hidup
2. Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing I
3. Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing II
4. Lembar Konsultasi Pembimbing I
5. Lembar Konsultasi Pembimbing II
6. Lembar Rekomendasi
7. Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
8. Bukti Pengiriman Paper
9. *Letter of Acceptance* (LOA)
10. Prosiding/Jurnal
11. Permohonan Surat Pengambilan Data
12. Hasil *Screenshot* Pengukuran Parameter-Parameter QOS
13. Tabel Hasil Pengukuran Parameter-Parameter QOS