



**ANALISIS PERBANDINGAN METODE *HTB*, *QUEUE TREE*,
DAN *PCQ* PADA MIKROTIK SEBAGAI UPAYA
OPTIMALISASI PERFORMA JARINGAN *INTERNET*
SERVICE PROVIDER
(STUDI KASUS: APARTEMEN GREEN LAKE SUNTER)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

AFIF AFANDI PRATAMA

41519120096

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2024**



**ANALISIS PERBANDINGAN METODE *HTB*, *QUEUE TREE*,
DAN *PCQ* PADA MIKROTIK SEBAGAI UPAYA
OPTIMALISASI PERFORMA JARINGAN *INTERNET*
SERVICE PROVIDER
(STUDI KASUS: APARTEMEN GREEN LAKE SUNTER)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

AFIF AFANDI PRATAMA

41519120096

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

2024

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Penulis yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afif Afandi Pratama

NIM : 41519120096

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Laporan Skripsi : Analisis Perbandingan Metode *HTB*, *Queue Tree*, Dan *PCQ* Pada Mikrotik Sebagai Upaya Optimalisasi Performa Jaringan *Internet Service Provider* (Studi Kasus: Apartemen Green Lake Sunter)

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini adalah hasil karya penulis sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah penulis nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Skripsi penulis terdapat unsur plagiat, maka penulis siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20 Juli 2024



Afif Afandi Pratama

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Afif Afandi Pratama

NIM : 41519120096

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Laporan Skripsi: Analisis Perbandingan Metode *HTB*, *Queue Tree*, Dan *PCQ* Pada Mikrotik Sebagai Upaya Optimalisasi Performa Jaringan *Internet Service Provider* (Studi Kasus: Apartemen Green Lake Sunter)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Raka Yusuf, S.T., M.TI.

NIDN : 0315087101

Ketua Penguji : Wawan Gunawan, S.Kom., M.T.

NIDN : 0424108104

Penguji 1 : Dwiki Jatikusumo, S.Kom., M.Kom.

NIDN : 0301128903

Penguji 2 : Dhanny Permatasari Putri, S.Kom., M.T.

NIDN : 0328087903

()

()

()

()

Jakarta, 20 Juli 2024

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi



Dr. Bambang Jekonowo, S.Si., M.TI.

NIDN : 0320037002



Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom.

NIDN : 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan baik. Penulisan Laporan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penyusunan laporan skripsi ini sangatlah sulit bagi saya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., M.TI. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Bapak Raka Yusuf, S.T., M.TI. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
5. Bapak Wawan Gunawan, S.Kom., M.T. selaku Ketua Penguji Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya.
6. Bapak Dwiki Jatikusumo, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Penguji 1 Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya.
7. Ibu Dhanny Permatasari Putri, S.Kom., M.T. selaku Dosen Penguji 2 Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya.
8. Ibu Prastika Indriyanti, S.Kom., MCS selaku Dosen Pendamping Akademik yang telah mendukung penyusunan laporan skripsi ini.
9. Semua Dosen yang telah sabar dan senantiasa mengajarkan penulis selama di Universitas Mercu Buana.
10. Orang Tua yang serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan lancar.

11. Teman-teman angkatan 2019 yang telah sama-sama berjuang dan memberikan dukungan satu sama lain untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan yang dimiliki dalam penyusunan laporan skripsi ini. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi terciptanya perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan skripsi ini bermanfaat dan memberikan pengaruh yang positif.

Jakarta, 20 Juli 2024

Afif Afandi Pratama



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, penulis yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afif Afandi Pratama

NIM : 41519120096

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Laporan Skripsi : Analisis Perbandingan Metode *HTB*, *Queue Tree*, Dan *PCQ* Pada Mikrotik Sebagai Upaya Optimalisasi Performa Jaringan *Internet Service Provider* (Studi Kasus: Apartemen Green Lake Sunter)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah penulis yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Laporan Magang/Skripsi/Tesis/Disertasi penulis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Juli 2024

Yang menyatakan,



Afif Afandi Pratama

ABSTRAK

Nama: Afif Afandi Pratama

NIM: 41519120096

Program Studi: Teknik Informatika

Judul Laporan Skripsi: Analisis Perbandingan Metode *HTB*, *Queue Tree*, Dan *PCQ* Pada Mikrotik Sebagai Upaya Optimalisasi Performa Jaringan *Internet Service Provider* (Studi Kasus: Apartemen Green Lake Sunter)

Selain digunakan oleh penduduk sebagai individu, internet juga dibutuhkan bagi suatu perusahaan atau instansi serta tempat tinggal seperti apartemen. Jaringan internet memiliki peran penting bagi penghuni apartemen untuk kegiatan sehari-hari seperti mengakses media sosial, *website*, *video streaming*, atau untuk layanan *cctv*. Dalam 5 (lima) tahun terakhir, jumlah unit apartemen di Jakarta mengalami terus bertambah. Hampir semua apartemen di Jakarta termasuk ke dalam jenis apartemen *Serviced Apartement*, salah satunya Apartemen Green Lake Sunter. Dengan adanya *Serviced Apartement* yang menyediakan berbagai fasilitas yang cukup lengkap, tentu saja membutuhkan teknologi yang canggih dan jaringan internet yang kuat di masa yang serba digital ini. Untuk meningkatkan kualitas jaringan internet yang lebih stabil dan lebih cepat dapat dilakukan pembagian *bandwidth*. Manajemen *bandwidth* dapat dilakukan dengan menggunakan *router* Mikrotik dengan menerapkan beberapa metode manajemen *bandwidth*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan manajemen *bandwidth* untuk jaringan *internet service provider* (ISP) Indosat, Telkomsel, dan Smartfren di Apartemen Green Lake Sunter. Proses penelitian dimulai dari pengumpulan data, pemilihan perangkat pendukung, perancangan topologi jaringan, pengujian, dan menganalisis serta menerapkan metode manajemen *bandwidth* *HTB*, *Queue Tree*, dan *PCQ* Kemudian hasil pengujian dari ketiga metode tersebut dianalisa dan dibandingkan performansi menggunakan *QoS (Quality of Service)* dengan parameter *Delay*, *Jitter*, *Packet Loss*, dan *Throughput* mengacu pada standar TIPHON, Sehingga dapat diperoleh kesimpulan metode dan ISP apa lebih baik untuk diimplementasikan di Apartemen Green Lake Sunter.

Kata Kunci : *QoS*, *Bandwidth*, Mikrotik, *HTB*, *Queue Tree*, *PCQ*.

ABSTRACT

Name: Afif Afandi Pratama

NIM: 41519120096

Study Program: Informatics Engineering

Title Thesis : Analisis Perbandingan Metode *HTB*, *Queue Tree*, Dan *PCQ* Pada Mikrotik Sebagai Upaya Optimalisasi Performa Jaringan *Internet Service Provider* (Studi Kasus: Apartemen Green Lake Sunter)

Apart from being used by residents as individuals, the internet is also needed for companies or agencies as well as residences such as apartments. The internet network has an important role for apartment residents for daily activities such as accessing social media, websites, video streaming, or for CCTV services. In the last 5 (five) years, the number of apartment units in Jakarta has continued to increase. Almost all apartments in Jakarta are included in the *Serviced Apartment* type, one of which is the Green Lake Sunter Apartment. *Serviced Apartment* that provides a variety of fairly complete facilities, of course it requires sophisticated technology and a strong internet network in this digital era. To improve the quality of the internet network, which is more stable and faster, bandwidth can be divided. Bandwidth management can be done using a Mikrotik router by implementing several bandwidth management methods. This research aims to design and implement bandwidth management for the Indosat, Telkomsel, and Smartfren *internet service provider* (ISP) networks at the Green Lake Sunter Apartment. The research process starts from data collection, selecting supporting devices, designing network topology, testing, and analyzing and applying *HTB*, *Queue Tree*, and *PCQ* bandwidth management methods. Then the test results of the three methods are analyzed and the performance compared using QoS (*Quality of Service*) with *Delay*, *Jitter*, *Packet Loss* and *Throughput* parameters referring to the TIPHON standard, so that conclusions can be drawn as to which method and ISP are better to implement in Green Lake Apartments. Sunter.

Keyword : QoS, *Bandwidth*, Mikrotik, *HTB*, *Queue Tree*, *PCQ*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
1.5. Batasan Penelitian	7
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Teori Penelitian Terkait.....	8
2.1.1. <i>Internet Service Provider (ISP)</i>	8
2.1.2. <i>Quality of Service (QoS)</i>	8
2.1.3. <i>Delay (Latency)</i>	9
2.1.4. <i>Packet Loss</i>	9
2.1.5. <i>Jitter</i>	10
2.1.6. <i>Throughput</i>	10
2.1.7. <i>Hierarchical Token Bucket (HTB)</i>	11
2.1.8. <i>Per Connection Queue (PCQ)</i>	11
2.1.9. <i>Queue Tree</i>	11

2.1.10. <i>Bandwidth</i>	11
2.1.11. <i>Management Bandwidth</i>	12
2.1.12. <i>Mikrotik</i>	12
2.1.13. <i>Winbox</i>	12
2.1.14. <i>Wireshark</i>	12
2.2. Penelitian Terdahulu.....	13
BAB III.....	20
METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Lokasi Penelitian	20
3.2. Sarana Pendukung	20
3.3. Teknik Pengumpulan Data	22
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	22
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Penerapan Topologi Jaringan	24
4.2. Perangkat Jaringan	24
4.2.1. Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	24
4.2.2. Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	28
4.3. Konfigurasi Jaringan	29
4.3.1. Pembagian <i>IP Address</i>	29
4.3.2. Konfigurasi <i>Router</i> Mikrotik	30
4.3.3. Konfigurasi <i>Access Point</i>	36
4.4. Pengujian Jaringan	38
4.4.1. <i>Hierarchical Token Bucket (HTB)</i>	38
4.4.2. <i>Per Connection Queue (PCQ)</i>	46
4.4.3. <i>Queue Tree</i>	55
4.5. Hasil Perbandingan Pengujian Jaringan	64
4.5.1. <i>Delay</i>	65
4.5.2. <i>Packet Loss</i>	67
4.5.3. <i>Jitter</i>	68
4.5.4. <i>Throughput</i>	71

BAB V.....	76
KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1. Kesimpulan.....	76
5.2. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Unit Apartement di Jakarta (2018-2022).....	2
Gambar 1. 2 Distribusi Jumlah Apartemen di DKI Jakarta.....	2
Gambar 1. 3 Pengguna Provide Seluler Terbanyak di Indonesia.....	4
Gambar 3. 1 Topologi Jaringan Untuk Penelitian.....	21
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian	22
Gambar 4. 1 Topologi Jaringan.....	24
Gambar 4. 2 Router Mikrotik.....	25
Gambar 4. 3 <i>Access Point (TP-LINK)</i>	26
Gambar 4. 4 Kabel UTP.....	27
Gambar 4. 5 Modem ISP.....	28
Gambar 4. 6 Laptop.....	28
Gambar 4. 7 Winbox	29
Gambar 4. 8 Wireshark	29
Gambar 4. 9 <i>Login ke Winbox</i>	30
Gambar 4. 10 Dashboard Winbox.....	31
Gambar 4. 11 <i>Setting Interface</i>	31
Gambar 4. 12 <i>Setting IP Address</i>	32
Gambar 4. 13 DHCP Server.....	32
Gambar 4. 14 DHCP <i>Client</i> untuk Modem ISP	32
Gambar 4. 15 Konfigurasi Mangle - General.....	33
Gambar 4. 16 Mangle – Action.....	33
Gambar 4. 17 Konfigurasi Mangle.....	34
Gambar 4. 18 Konfigurasi Mangle.....	34
Gambar 4. 19 <i>Queue Parent</i>	35
Gambar 4. 20 <i>Queue Child</i>	35
Gambar 4. 21 Hasil konfigurasi Queue.....	36
Gambar 4. 22 Konfigurasi SSID	37
Gambar 4. 23 Konfigurasi Password	37
Gambar 4. 24 Konfigurasi DHCP	37
Gambar 4. 25 HTB, Pagi, ke1, Indosat	38
Gambar 4. 26 HTB, Pagi, ke1, Telkomsel	39

Gambar 4. 27 HTB, Pagi, ke1, Smartfren	39
Gambar 4. 28 HTB, Siang, ke1, Indosat	39
Gambar 4. 29 HTB, Siang, ke1, Telkomsel	39
Gambar 4. 30 HTB, Siang, ke1, Smartfren	40
Gambar 4. 31 HTB, Sore, ke1, Indosat	40
Gambar 4. 32 HTB, Sore, ke1, Telkomsel	40
Gambar 4. 33 HTB, Sore, ke1, Smartfren	41
Gambar 4. 34 HTB, Pagi, ke2, Indosat	41
Gambar 4. 35 HTB, Pagi, ke2, Telkomsel	41
Gambar 4. 36 HTB, Pagi, ke2, Smartfren	42
Gambar 4. 37 HTB, Siang, ke2, Indosat	42
Gambar 4. 38 HTB, Siang, ke2, Telkomsel	42
Gambar 4. 39 HTB, Siang, ke2, Smartfren	43
Gambar 4. 40 HTB, Sore, ke2, Indosat	43
Gambar 4. 41 HTB, Sore, ke2, Telkomsel	43
Gambar 4. 42 HTB, Sore, ke2, Smartfren	43
Gambar 4. 43 HTB, Pagi, ke3, Indosat	44
Gambar 4. 44 HTB, Pagi, ke3 Telkomsel	44
Gambar 4. 45 HTB, Pagi, ke3 Smartfren	44
Gambar 4. 46 HTB, Siang, ke3 Indosat	45
Gambar 4. 47 HTB, Siang, ke3 Telkomsel	45
Gambar 4. 48 HTB, Siang, ke3 Smartfren	45
Gambar 4. 49 HTB, Sore, ke3 Indosat	46
Gambar 4. 50 HTB, Sore, ke3 Telkomsel	46
Gambar 4. 51 HTB, Sore, ke3 Smartfren	46
Gambar 4. 52 PCQ, pagi, ke1 Indosat	47
Gambar 4. 53 PCQ, pagi, ke1 Telkomsel	47
Gambar 4. 54 PCQ, pagi, ke1 Smartfren	47
Gambar 4. 55 PCQ, siang, ke1 Indosat	48
Gambar 4. 56 PCQ, siang, ke1 Telkomsel	48
Gambar 4. 57 PCQ, siang, ke1 Smartfren	48
Gambar 4. 58 PCQ, Sore, ke1 Indosat	49

Gambar 4. 59 PCQ, Sore, ke1 Telkomsel	49
Gambar 4. 60 PCQ, Sore, ke1 Smartfren	49
Gambar 4. 61 PCQ, pagi, ke2 Indosat.....	50
Gambar 4. 62 PCQ, pagi, ke2 Telkomsel	50
Gambar 4. 63 PCQ, pagi, ke2 Smartfren	50
Gambar 4. 64 PCQ, Siang, ke2 Indosat	51
Gambar 4. 65 PCQ, Siang, ke2 Telkomsel	51
Gambar 4. 66 PCQ, Siang, ke2 Smartfren	51
Gambar 4. 67 PCQ, Sore, ke2 Indosat	52
Gambar 4. 68 PCQ, Sore, ke2 Telkomsel	52
Gambar 4. 69 PCQ, Sore, ke2 Smartfren	52
Gambar 4. 70 PCQ, Pagi, ke3 Indosat	53
Gambar 4. 71 PCQ, Pagi, ke3 Telkomsel	53
Gambar 4. 72 PCQ, Pagi, ke3 Smartfren	53
Gambar 4. 73 PCQ, Siang, ke3 Indosat	54
Gambar 4. 74 PCQ, Siang, ke3 Telkomsel	54
Gambar 4. 75 PCQ, Siang, ke3 Smartfren	54
Gambar 4. 76 PCQ, Sore, ke3 Indosat	55
Gambar 4. 77 PCQ, Sore, ke3 Telkomsel	55
Gambar 4. 78 PCQ, Sore, ke3 Smartfren	55
Gambar 4. 79 <i>Queue Tree</i> , pagi, ke1 Indosat.....	56
Gambar 4. 80 <i>Queue Tree</i> , pagi, ke1 Telkomsel.....	56
Gambar 4. 81 <i>Queue Tree</i> , pagi, ke1 Smartfren	56
Gambar 4. 82 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke1 Indosat	57
Gambar 4. 83 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke1 Telkomsel	57
Gambar 4. 84 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke1 Smartfren	57
Gambar 4. 85 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke1 Indosat	58
Gambar 4. 86 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke1 Telkomsel	58
Gambar 4. 87 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke1 Smartfren	58
Gambar 4. 88 <i>Queue Tree</i> , pagi, ke2 Indosat.....	59
Gambar 4. 89 <i>Queue Tree</i> , pagi, ke2 Telkomsel.....	59
Gambar 4. 90 <i>Queue Tree</i> , pagi, ke2 Smartfren	59

Gambar 4. 91 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke2 Indosat	60
Gambar 4. 92 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke2 Telkomsel	60
Gambar 4. 93 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke2 Smartfren	60
Gambar 4. 94 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke2 Indosat	61
Gambar 4. 95 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke2 Telkomsel	61
Gambar 4. 96 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke2 Smartfren	61
Gambar 4. 97 <i>Queue Tree</i> , Pagi, ke3 Indosat	62
Gambar 4. 98 <i>Queue Tree</i> , Pagi, ke3 Telkomsel	62
Gambar 4. 99 <i>Queue Tree</i> , Pagi, ke3 Smartfren	62
Gambar 4. 100 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke3 Indosat	63
Gambar 4. 101 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke3 Telkomsel	63
Gambar 4. 102 <i>Queue Tree</i> , Siang, ke3 Smartfren	63
Gambar 4. 103 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke3 Indosat	64
Gambar 4. 104 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke3 Telkomsel	64
Gambar 4. 105 <i>Queue Tree</i> , Sore, ke3 Smartfren	64
Gambar 4. 106 Hasil Pengukuran Delay di Metode HTB	65
Gambar 4. 107 Hasil Pengukuran Delay dengan metode PCQ.....	66
Gambar 4. 108 Hasil Pengukuran Delay dengan metode <i>Queue Tree</i>	67
Gambar 4. 109 Hasil Pengukuran <i>Jitter</i> di HTB.....	69
Gambar 4. 110 Hasil Pengukuran <i>Jitter</i> di Per Connection Queue (PCQ)	70
Gambar 4. 111 Hasil Pengukuran <i>Jitter</i> di <i>Queue Tree</i>	71
Gambar 4. 112 Hasil Pengukuran <i>Throughput</i> di HTB	72
Gambar 4. 113 Hasil Pengukuran <i>Throughput</i> di metode PCQ.....	73
Gambar 4. 114 Hasil Pengukuran <i>Throughput</i> di <i>Queue Tree</i>	74

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kecepatan Upload dan Download ISP Tahun 2023	4
Tabel 1. 2 Hasil Pengukuran Awal	5
Tabel 2. 1 Kategori <i>Delay</i>	9
Tabel 2. 2 Kategori <i>Packet Loss</i>	9
Tabel 2. 3 Kategori <i>Jitter</i>	10
Tabel 2. 4 Kategori <i>Throughput</i>	10
Tabel 2. 5 Penelitian Terkait	13
Tabel 4. 1 Spesifikasi Router Mikrotik	25
Tabel 4. 2 Spesifikasi Access Point	25
Tabel 4. 3 Spesifikasi Kabel yang digunakan	26
Tabel 4. 4 Spesifikasi Modem ISP	27
Tabel 4. 5 Spesifikasi Laptop yang digunakan	28
Tabel 4. 6 Pembagian <i>IP Address</i>	30
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Pertama, Metode HTB di Pagi Hari	39
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Pertama, Metode HTB di Siang Hari	40
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Pertama, Metode HTB di Sore Hari	41
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kedua, Metode HTB di Pagi Hari	42
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Kedua Metode HTB di Siang Hari	43
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Kedua, Metode HTB di Sore Hari	44
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Ketiga, Metode HTB di Pagi Hari	44
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Ketiga, Metode HTB di Siang Hari	45
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Ketiga, Metode HTB di Sore Hari	46
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Pertama, PCQ di Pagi Hari	47
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Pertama, Metode PCQ di Siang Hari	48
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Pertama, Metode PCQ di Sore Hari	49
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kedua, Metode PCQ di Pagi hari	50
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kedua, Metode PCQ di Siang Hari	51
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kedua, Metode PCQ di Sore Hari	52
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Ketiga, Metode PCQ di Pagi Hari	53
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Ketiga, Metode PCQ di Siang Hari	54
Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Ketiga, Metode PCQ di Sore Hari	55

Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Pertama, Metode <i>Queue Tree</i> di Pagi Hari.....	56
Tabel 4. 26 Hasil Pengujian Pertama, Metode <i>Queue Tree</i> di Siang Hari.....	57
Tabel 4. 27 Hasil Pengujian Pertama, Metode <i>Queue Tree</i> di Sore Hari.....	58
Tabel 4. 28 Hasil Pengujian Kedua, Metode <i>Queue Tree</i> di Pagi Hari	59
Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Kedua, Metode <i>Queue Tree</i> di Siang Hari	60
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Kedua, Metode <i>Queue Tree</i> di Sore Hari	61
Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Ketiga, Metode <i>Queue Tree</i> di Pagi Hari	62
Tabel 4. 32 Hasil Pengujian Ketiga, Metode <i>Queue Tree</i> di Siang Hari	63
Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Ketiga, Metode <i>Queue Tree</i> di Sore Hari.....	64
Tabel 4. 34 Hasil <i>Delay</i> dengan Metode HTB.....	65
Tabel 4. 35 Hasil <i>Delay</i> Per Connection Queue (PCQ).....	66
Tabel 4. 36 Hasil <i>Delay</i> metode <i>Queue Tree</i>	67
Tabel 4. 37 Hasil <i>Packet Loss</i> Metode HTB.....	67
Tabel 4. 38 Hasil <i>Packet Loss</i> di metode <i>Per Connection Queue</i> (PCQ).....	68
Tabel 4. 39 Hasil <i>Packet Loss</i> di Metode <i>Queue Tree</i>	68
Tabel 4. 40 Hasil <i>Jitter</i> di Metode HTB	68
Tabel 4. 41 Hasil <i>Jitter</i> di Metode <i>Per Connection Queue</i> (PCQ).....	69
Tabel 4. 42 Hasil <i>Jitter</i> di Metode <i>Queue Tree</i>	70
Tabel 4. 43 Hasil <i>Throughput</i> di Metode HTB	71
Tabel 4. 44 Hasil <i>Throughput</i> di metode <i>Per Connection Queue</i> (PCQ)	72
Tabel 4. 45 Hasil <i>Throughput</i> di metode <i>Queue Tree</i>	73
Tabel 4. 46 Average Hasil Pengujian Menggunakan Metode HTB.....	74
Tabel 4. 47 Average Hasil Pengujian Menggunakan Metode PCQ.....	75
Tabel 4. 48 Average Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Queue Tree</i>	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kartu Asistensi	83
Lampiran 2 Curriculum Vitae	84
Lampiran 3 Surat Pernyataan	85
Lampiran 4 Surat Pengalihan Hak Cipta.....	87
Lampiran 5 Sertifikat BNSP	88
Lampiran 6 Form Revisi Dosen Penguji.....	89
Lampiran 7 Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing	91
Lampiran 8 Hasil Cek Turnitin	92

