

**MANAJEMEN *BANDWIDTH* DENGAN METODE  
*SIMPLE QUEUE* DAN *FIREWALL FILTERING* UNTUK  
OPTIMALISASI SISTEM KEAMANAN JARINGAN  
KOMPUTER PADA *ROUTER* MIKROTIK**

**SKRIPSI SARJANA**

Oleh

Muhammad Martin Agriawan

197064416009



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI DAN  
INFORMATIKA  
UNIVERSITAS NASIONAL  
2022**

**MANAJEMEN *BANDWIDTH* DENGAN METODE  
*SIMPLE QUEUE* DAN *FIREWALL FILTERING* UNTUK  
OPTIMALISASI SISTEM KEAMANAN JARINGAN  
KOMPUTER PADA *ROUTER* MIKROTIK**

**SKRIPSI SARJANA**

Karya ilmiah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Teknologi Informatika dari Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika

Oleh

Muhammad Martin Agriawan

197064416009



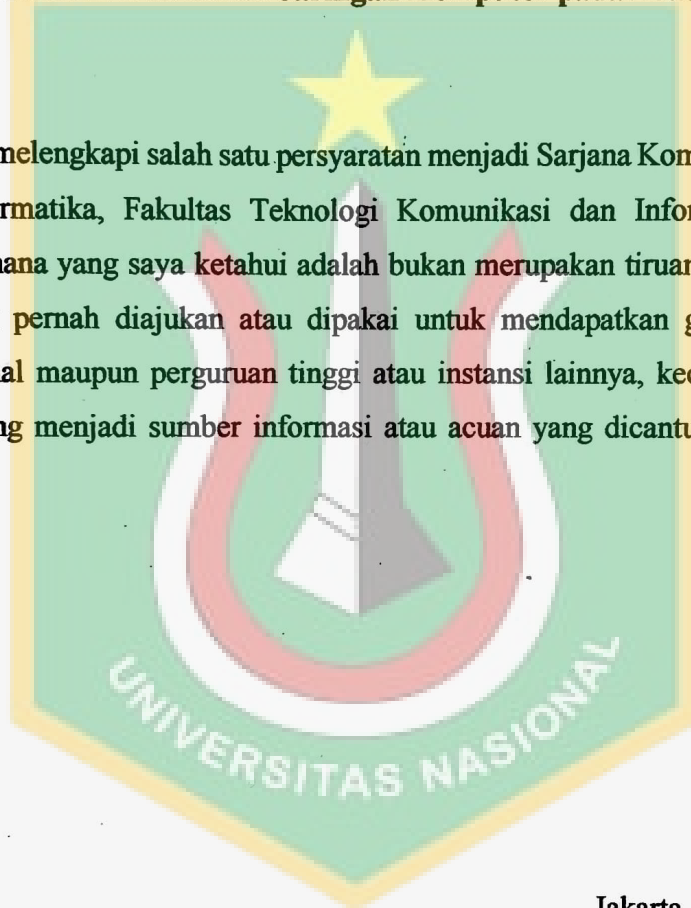
**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI DAN  
INFORMATIKA  
UNIVERSITAS NASIONAL  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

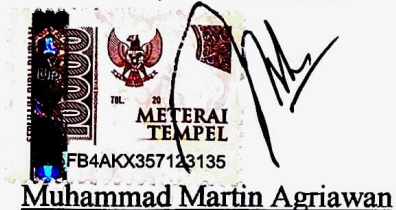
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

### **Manajemen *Bandwidth* dengan Metode *Simple Queue* dan *Firewall Filtering* untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer pada Router Mikrotik**

Yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau publikasi dari Tugas Akhir yang pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun perguruan tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian – bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 10 Maret 2023

  
METERAI  
TEMPEL  
FB4AKX357123135

Muhammad Martin Agriawan

197064416009

## HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

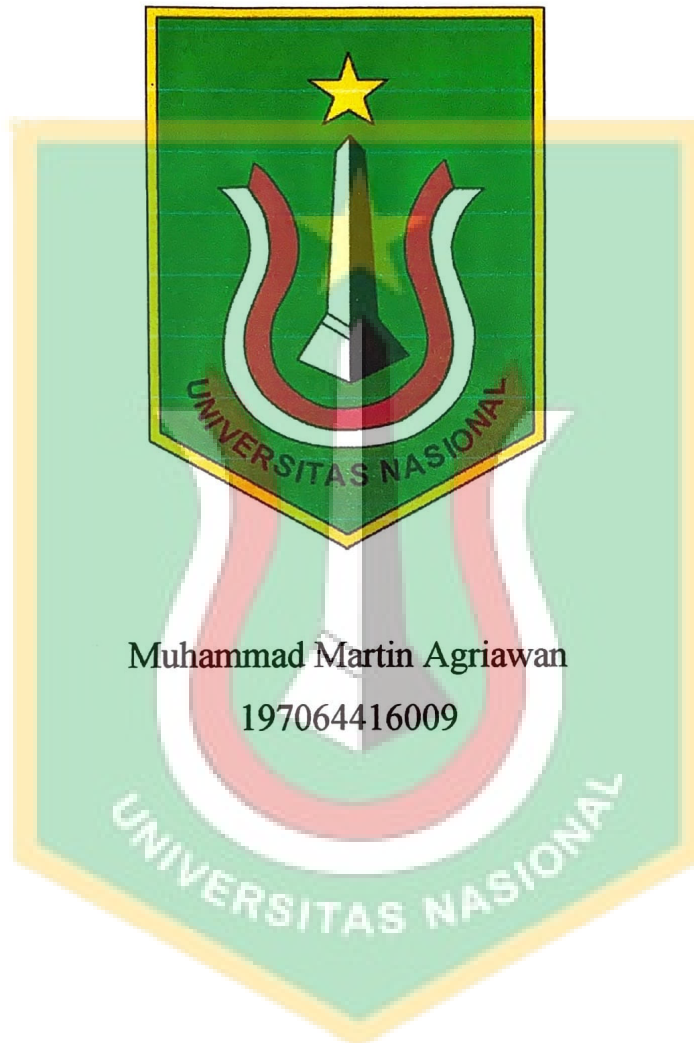
Skripsi ini didedikasikan untuk istri saya tercinta Yori Endiowati S.I.Kom, orang tua saya dan adik saya yang selalu memberikan banyak dukungan serta motivasi. Saya juga ingin mendedikasikan skripsi ini kepada calon anak saya yang masih berada dalam kandungan dan menjadi alasan utama saya untuk segera menyelesaikan skripsi ini agar kelak dapat memberikan contoh yang baik serta dapat meraih kesuksesan dalam karir saya di bidang Teknologi Informasi.



HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**MANAJEMEN *BANDWIDTH* DENGAN METODE *SIMPLE QUEUE*  
DAN *FIREWALL FILTERING* UNTUK OPTIMALISASI SISTEM  
KEAMANAN JARINGAN KOMPUTER PADA *ROUTER MIKROTIK***



Muhammad Martin Agriawan

197064416009

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ratih Titi Komala Sari'. The signature is stylized and cursive.

(Ratih Titi Komala Sari, S.T., M.M.S.I.)

**LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL YANG TIDAK ATAU YANG DIREVISI**

Nama : Muhammad Martin Agriawan  
NPM : 197064416009  
Fakultas/Akademi : Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika  
Program Studi : Teknik Informatika  
Tanggal Sidang : 22 Februari 2023





JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA :

Manajemen *Bandwidth* Dengan Metode *Simple Queue* dan *Firewall Filtering* Untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer Pada *Router* Mikrotik

JUDUL DALAM BAHASA INGGRIS :

Bandwidth Management using *Simple Queue* and *Firewall Filtering* for Optimizing Computer Network Security System on Mikrotik Router

**TANDA TANGAN DAN TANGGAL**

<b>Pembimbing 1</b>	<b>Ka. Prodi</b>	<b>Mahasiswa</b>
TGL :	TGL :	TGL :
	 	

## LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL YANG TIDAK ATAU YANG DIREVISI

Nama : Muhammad Martin Agriawan  
NPM : 197064416009  
Fakultas/Akademi : Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika  
Program Studi : Teknik Informatika  
Tanggal Sidang : 22 Februari 2023




JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA :

Manajemen *Bandwidth* Dengan Metode *Simple Queue* dan *Firewall Filtering* Untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer Pada *Router* Mikrotik

JUDUL DALAM BAHASA INGGRIS :

Bandwidth Management using Simple Queue and Firewall Filtering for Optimizing Computer Network Security System on Mikrotik Router

### TANDA TANGAN DAN TANGGAL

Pembimbing 1	Ka. Prodi	Mahasiswa
TGL :	TGL :	TGL :
	 	

## LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir dengan judul :

# **Manajemen *Bandwidth* Dengan *Metode Simple Queue* dan *Firewall Filtering* Untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer Pada *Router Mikrotik***

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional. Tugas Akhir ini diujikan pada Sidang Akhir Semester Ganjil 2022-2023 pada tanggal 22 Februari Tahun 2023

**Dosen Pembimbing**



Ratih Titi Komala Sari, S.T., M.M.S.I.

NID. 0103150850

**Ketua Program Studi**



Ratih Titi Komala Sari, S.T., M.M.S.I.

NID. 0103150850





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Manajemen *Bandwidth* Dengan Metode *Simple Queue* dan *Firewall Filtering* Untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer Pada Router Mikrotik”** sebagai salah satu syarat kelulusan Program Studi Sarjana Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika.

Penelitian dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan banyak terima kasih terutama kepada dosen pembimbing Tugas Akhir Ratih Titi Komala Sari, S.T., M.M.S.I. yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, pikiran, bimbingan, arahan, motivasi, serta memaklumi segala kekurangan penulis selama penelitian tugas akhir dan penyusunan skripsi. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Direktorat Jenderal Bina pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri yang telah memberikan bantuan selama penelitian dalam bentuk perangkat/sarana prasarana.
2. Kedua orang tua dan adik penulis yang telah banyak memberi dukungan dalam segala bentuk yang tak terhitung.
3. Seluruh dosen pengajar di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika maupun dosen di Program Studi lain yang memberikan banyak ilmu.
4. Tomy Bawulang, S.Pd., M.Ed.Lead., Ph.D. selaku Kepala Sub Bagian Tata Usaha Pimpinan Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri yang telah memberi motivasi dan masukan kepada penulis.
5. Teman-teman seangkatan dan sehimpuan berbagai angkatan yang telah membantu dan mendukung.

6. Istri tercinta Yori Endiowati S.I.Kom yang selalu memberikan banyak motivasi, dukungan dan selalu membantu dalam memahami pembelajaran di perkuliahan.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah Subhanahu Wa ta'ala membalas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan dengan hal yang lebih baik. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat di bidang Teknologi Informatika.

Jakarta, 28 Oktober 2022



Muhammad Martin Agriawan



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Martin Agriawan

NIM : 197064416009

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Manajemen *Bandwidth* Dengan Metode *Simple Queue* dan *Firewall Filtering* Untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer Pada *Router* Mikrotik

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak ini Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 28 Oktober 2022

Yang menyatakan



(Muhammad Martin Agriawan)

Nama : Muhammad Martin Agriawan  
NIM : 197064416009

**Manajemen *Bandwidth* Dengan Metode *Simple Queue* dan *Firewall Filtering*  
Untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Jaringan Komputer Pada Router  
Mikrotik**

**ABSTRAK**

Lambatnya kecepatan akses internet sering menjadi masalah yang selalu dikeluhkan oleh sebagian besar pengguna layanan jaringan komputer karena tidak ada pembatasan atau manajemen *bandwidth* secara efisien. Disamping itu, sistem keamanan jaringan komputer yang belum diterapkan dengan baik menjadi suatu yang mengkhawatirkan bagi para pengguna layanan jaringan komputer di Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri karena maraknya upaya sabotase terhadap sumber daya yang dimiliki pemerintah. Dalam menjamin ketersediaan, kehandalan, skalabilitas, stabilitas kinerja, dan keamanan sistem jaringan komputer yang dapat memberikan proteksi untuk mencegah akses tidak sah atau meminimalisir serangan yang datang melalui jaringan terhadap sumber daya yang dimiliki, diperlukan adanya sebuah sistem manajemen *bandwidth* dengan metode *simple queue* dan *firewall filtering* untuk optimalisasi sistem keamanan jaringan komputer pada *router* mikrotik. *Router* mikrotik merupakan salah satu jenis *router* yang memiliki berbagai fitur lengkap dalam mendukung pengelolaan *bandwidth* dan penerapan sistem keamanan pada jaringan komputer. Ada beberapa cara mengakses *router* mikrotik dalam melakukan konfigurasi pada *routerOS* mikrotik, tetapi dalam penerapan konfigurasi *router* mikrotik, *winbox* cenderung lebih banyak digunakan karena dengan mode *graphical user interface* (GUI) menjadikan lebih mudah dalam mengkonfigurasi perangkat *router* mikrotik tanpa harus menghafal segala bentuk perintah *console* atau *command router* mikrotik. Pada penerapan manajemen *bandwidth* dengan metode *simple queue* dan *firewall filtering* untuk optimalisasi sistem keamanan jaringan komputer pada *router* mikrotik terbukti mampu menyelesaikan permasalahan yang sering dikeluhkan oleh sebagian besar pengguna layanan jaringan komputer yang ada di lokasi dalam hal ketersediaan, kehandalan, skalabilitas, stabilitas kinerja, dan dapat memberikan proteksi untuk mencegah akses tidak sah atau meminimalisir serangan yang datang melalui jaringan terhadap sumber daya yang dimiliki.

**Kata Kunci:** Manajemen *Bandwidth*, *Simple Queue*, Keamanan Jaringan, *Firewall Filtering*, Router Mikrotik.

## **Bandwidth Management With Simple Queue Method and Firewall Filtering to Optimize Computer Network Security System on Mikrotik Router**

### **ABSTRACT**

The slow speed of internet access is often a problem that most users of computer network services complain about because there are no restrictions or efficient bandwidth management. In addition, a computer network security system that has not been properly implemented is something that is worrying for users of computer network services at the Directorate General of Village Governance the Ministry of Home Affairs because of the rampant attempts to sabotage resources owned by the government. In ensuring the availability, reliability, scalability, performance stability, and security of computer network systems that can protect to prevent unauthorized access or minimize attacks coming through the network against owned resources, it is necessary to have a bandwidth management system with the simple queue method and firewall filtering method for optimizing computer network security systems on router mikrotik. Router mikrotik is a type of router that has a variety of complete features to support bandwidth management and implementation of security systems on computer networks. There are several ways to access the mikrotik router in configuring the routerOS mikrotik, but in implementing the router mikrotik configuration, winbox tends to be more widely used because the graphical user interface (GUI) mode makes it easier to configure router mikrotik devices without having to memorize any form of console commands or command router mikrotik. In the application of bandwidth management with the simple queue and firewall filtering methods for optimizing computer network security systems on proxy routers, it is proven to be able to solve problems that are often complained of by most users of computer network services in locations in terms of availability, reliability, scalability, performance stability, and can protect to prevent unauthorized access or minimize attacks that come through the network against owned resources.

**Keywords:** Bandwidth Management, Simple Queue, Network Security, Firewall Filtering, Router Mikrotik.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batas Masalah .....	4
1.5 Kontribusi.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Jaringan Komputer .....	6
2.2 Internet .....	7
2.3 Protokol Jaringan Komputer .....	7
2.4 <i>Local Area Network</i> (LAN).....	9
2.5 <i>Wide Area Network</i> (WAN).....	10
2.6 Topologi .....	11
2.7 Topologi <i>Tree</i> .....	11
2.8 TCP/IP.....	12
2.9 <i>IP Address</i> .....	14
2.10 VLAN.....	14
2.11 <i>Bridge</i> .....	15
2.12 <i>Router Mikrotik</i> .....	15
2.13 <i>RouterOS Mikrotik</i> .....	16
2.14 Manajemen <i>Bandwidth</i> .....	17
2.15 <i>Quality Of Service</i> (QoS) .....	18
2.16 <i>Simple Queue</i> .....	19
2.17 Optimalisasi.....	19
2.18 Sistem Keamanan.....	20

2.19 Firewall Filtering .....	20
<b>BAB III METODA PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	23
3.2 Waktu Penelitian .....	24
3.3 Penentuan Subjek Penelitian .....	24
3.3.1 Sejarah Singkat Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri .....	24
3.3.2 Visi dan Misi Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri .....	24
3.3.3 Struktur Organisasi Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri.....	25
3.4 Fokus Penelitian .....	28
3.5 Sumber Data .....	28
3.6 Teknik Pengumpulan Data .....	29
3.6.1 Teknik Observasi.....	29
3.6.2 Teknik Wawancara.....	30
3.7 Desain Penelitian.....	31
3.7.1 Tahapan Penelitian Metodologi PPDIOO .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN DISKUSI .....</b>	<b>34</b>
4.1 Perancangan Sistem Jaringan Komputer .....	34
4.1.1 Tahap Persiapan .....	34
4.1.2 Tahap Perencanaan.....	36
4.1.3 Tahap Desain.....	37
4.1.4 Tahap Implementasi.....	38
4.1.5 Tahap Operasional.....	88
4.1.6 Tahap Optimalisasi.....	93
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>94</b>
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>96</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bagan Struktur Eselon I & II.....	25
Gambar 3. 2 Bagan Struktur Sekretariat .....	26
Gambar 3. 3 Bagan Struktur Direktorat I.....	26
Gambar 3. 4 Bagan Struktur Direktorat III .....	27
Gambar 3. 5 Bagan Struktur Direktorat IV .....	27
Gambar 3. 6 Bagan Struktur Direktorat V .....	28
Gambar 3. 7 Metodologi PPDIIO.....	31
Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian Metode PPDIIO.....	33
Gambar 4. 1 Usulan Desain Topologi Jaringan <i>Tree</i> .....	38
Gambar 4. 2 Tampilan <i>Login</i> Winbox .....	39
Gambar 4. 3 Tampilan <i>Interfaces</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Setelah Diberi Penamaan. 40	
Gambar 4. 4 Tampilan <i>Bridge</i> Tab <i>Ports</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi .....	41
Gambar 4. 5 Tampilan <i>Interface</i> VLAN di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi .....	42
Gambar 4. 6 Tampilan <i>Addresses</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi43	
Gambar 4. 7 Tampilan <i>IP Pool</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi ... 44	
Gambar 4. 8 Tampilan <i>DHCP Server</i> Tab <i>Network</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi .....	45
Gambar 4. 9 Tampilan <i>DHCP Server</i> Tab <i>DHCP</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi .....	46
Gambar 4. 10 Tampilan <i>SRCNAT Masquerade</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi .....	47
Gambar 4. 11 Tampilan Alamat IP Pada Perangkat <i>Switch</i> Cisco Yang Telah Dikonfigurasi .....	49
Gambar 4. 12 Tampilan VLAN Akses Pada Perangkat <i>Switch</i> Cisco Yang Telah Dikonfigurasi .....	49
Gambar 4. 13 Tampilan Alamat IP Pada Perangkat <i>Server</i> Pengontrol Unifi dan Perangkat Akses Poin Unifi Yang Telah Dikonfigurasi .....	50
Gambar 4. 14 Tampilan Alamat IP Pada Perangkat <i>Point to Point</i> Yang Telah Dikonfigurasi .....	50
Gambar 4. 15 Tampilan VLAN ID Pada Perangkat Akses Poin Unifi Yang Telah Dikonfigurasi .....	51
Gambar 4. 16 Tampilan Hasil Pengamatan Pada <i>Interface List</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik .....	51
Gambar 4. 17 Tampilan Hasil Pengamatan Pada <i>DHCP Server</i> Tab <i>DHCP Leases</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik .....	52



Gambar 4. 18 Tampilan Hasil Pemantauan Pemakaian <i>Bandwidth</i> Pada <i>Interface Bridge Local</i> dan <i>Interface Bridge WAN</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Sebelum Diterapkan Manajemen <i>Bandwidth</i> Dengan Metode <i>Simple Queue</i> .....	52
Gambar 4. 19 Tampilan Manajemen <i>Bandwidth</i> Dengan Metode <i>Simple Queue</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi.....	54
Gambar 4. 20 Tampilan Hasil Tes Kecepatan <i>Bandwidth</i> di Perangkat Pengguna Jaringan Yang Terkoneksi Dengan Internet dan Mendapat Alokasi Alamat IP VLAN Yang Sudah Diterapkan Limitasi <i>Bandwidth</i> .....	55
Gambar 4. 21 Tampilan Hasil Pemantauan Pemakaian <i>Bandwidth</i> Pada <i>Interface Bridge Local</i> dan <i>Interface Bridge WAN</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Setelah Diterapkan Manajemen <i>Bandwidth</i> Dengan Metode <i>Simple Queue</i> .....	56
Gambar 4. 22 Tampilan Manajemen <i>Bandwidth</i> Dengan Metode <i>Simple Queue</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Setelah Berhenti Bekerja.....	56
Gambar 4. 23 Tampilan Hasil Tes Kecepatan <i>Bandwidth</i> di Perangkat Pengguna Jaringan Yang Terkoneksi Dengan Internet Setelah Limitasi <i>Bandwidth</i> Mulai Berhenti Bekerja .....	57
Gambar 4. 24 Tampilan Konfigurasi Aturan <i>FastTrack Connections</i> .....	61
Gambar 4. 25 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir <i>Invalid Connection</i> .....	62
Gambar 4. 26 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir <i>Ping Flood</i> .....	63
Gambar 4. 27 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir <i>UDP Flood</i> .....	64
Gambar 4. 28 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir <i>DNS Flood</i> .....	66
Gambar 4. 29 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir Serangan <i>DDoS Memcrashed</i> ..	68
Gambar 4. 30 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir Serangan <i>DDoS</i> .....	70
Gambar 4. 31 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir Serangan <i>Brute Force PPTP</i> ....	76
Gambar 4. 32 Tampilan Konfigurasi Aturan Blokir <i>Port Scanner</i> .....	78
Gambar 4. 33 Tampilan Seluruh Aturan Pada <i>Firewall</i> Tab <i>Filter Rule</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi.....	80
Gambar 4. 34 Tampilan <i>Print</i> Seluruh Konfigurasi Aturan <i>Firewall Filter</i> Pada Fitur <i>New Terminal</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik.....	81
Gambar 4. 35 Tampilan <i>Graphing</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Yang Telah Dikonfigurasi .....	88
Gambar 4. 36 Tampilan Hasil Perbandingan Pemakaian <i>Bandwidth</i> Sebelum dan Setelah Diterapkan Manajemen <i>Bandwidth</i> Dengan Metode <i>Simple Queue</i> .....	91
Gambar 4. 37 Tampilan Hasil Pemantauan Seluruh Pemakaian <i>Bandwidth</i> Pada <i>Router</i> Utama Menggunakan <i>Browser</i> .....	91
Gambar 4. 38 Tampilan Hasil Pemantauan Seluruh Pemakaian <i>Bandwidth</i> Pada <i>Router LAN Server</i> Menggunakan <i>Browser</i> .....	92
Gambar 4. 39 Tampilan Hasil Pemantauan <i>Firewall</i> Tab <i>Address Lists</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Pada <i>Router</i> Utama .....	92
Gambar 4. 40 Tampilan Hasil Pemantauan <i>Firewall</i> Tab <i>Address Lists</i> di <i>RouterOS</i> Mikrotik Pada <i>Router LAN Server</i> .....	93

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Identifikasi Seluruh Perangkat dan <i>Virtual Machine</i> .....	34
Tabel 4.2 Perencanaan Alokasi Alamat IP dan Segmen IP Pada Jaringan .....	35
Tabel 4.3 Sampel Hasil Pengujian Kecepatan Bandwidth Dengan Limitasi Pada IP VLAN di Perangkat Pengguna Jaringan .....	36



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Foto Kegiatan Yang Dilakukan di Lokasi Penelitian.....	102
Lampiran 2. Tampilan Sampel Hasil Pengujian Kecepatan Bandwidth Dengan Limitasi Pada IP VLAN di Perangkat Pengguna Jaringan.....	107

