

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE *SIMPLE QUEUE* DAN
QUEUE TREE UNTUK OPTIMALISASI MANAJEMEN
BANDWIDTH PADA MIKROTIK SMKN 1 AL MUBARKEYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

KHAIRUN ARDIANSYAH

NIM. 190705048

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M / 1444 H**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *SIMPLE QUEUE* DAN *QUEUE TREE* UNTUK OPTIMALISASI MANAJEMEN *BANDWIDTH* PADA MIKROTIK SMKN 1 AL MUBARKEYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Teknologi Informasi

Oleh:


KHAIRUN ARDIANSYAH

NIM. 190705048


**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,


Mulkan Fadhli, M.T.
NIDN. 1328118801

Pembimbing II,


Khairan AR, M.Kom.
NIDN. 2004078602

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Informasi


Ima Dwitawati, M.B.A.
NIDN. 0113108204

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *SIMPLE QUEUE* DAN *QUEUE TREE* UNTUK OPTIMALISASI MANAJEMEN *BANDWIDTH* PADA MIKROTIK SMKN 1 AL MUBARKEYA


TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Prodi Teknologi Informasi

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 22 Juni 2023
03 Zuhijjah 1444 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir

Ketua,


Mulkan Fadli, M.T.
NIP. 198811282020121006

Sekretaris,


Khairan AR, M.Kom.
NIP. 198607042014031001

Penguji I,


Malahavati, M.T
NIP. 198301272015032003

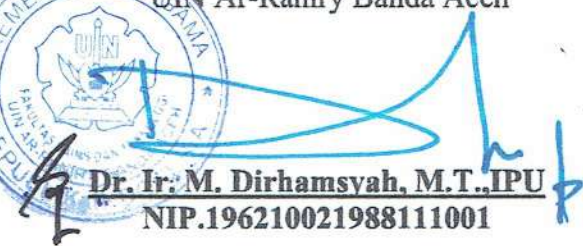
Penguji II,


Aulia Syarif Aziz, M.Sc.
NIP. 199305212022031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh




Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP.196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khairun Ardiansyah
NIM : 190705048
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Analisis Perbandingan Metode *Simple Queue* dan *Queue Tree* untuk Optimalisasi Manajemen *Bandwidth* Pada Mikrotik SMKN 1 Al Mubarkeya

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh,
Yang Menyatakan,



Khairun Ardiansyah

ABSTRAK

Nama : Khairun Ardiansyah
NIP : 190705048
Program Studi : Teknologi Informasi
Judul : Analisis Perbandingan Metode *Simple Queue* dan *Queue Tree* untuk Optimalisasi Manajemen *Bandwidth* pada Mikrotik SMKN 1 Al Mubarkeya
Tanggal Sidang : 22 Juni 2023
Jumlah Halaman : 86
Pembimbing I : Mulkan Fadhli, M.T.
Pembimbing II : Khairan AR, M.Kom.
Kata Kunci : Mikrotik, Manajemen *Bandwidth*, *Simple Queue*, *Queue Tree*

Di era modern saat ini perkembangan teknologi informasi semakin berkembang pesat dan rasa keingintahuan manusia dalam menggunakan teknologi komputer pun semakin meningkat, oleh karenanya manusia sangat mengharapkan kemudahan dalam memperoleh sebuah informasi dan komunikasi, Internet merupakan jaringan komputer yang sangat luas dan mendunia, saat ini internet menjadi kebutuhan pokok bagi penggunaannya pada tempat kerja dan ruang pendidikan. SMKN 1 Al Mubarkeya merupakan salah satu sekolah yang memiliki mobilitas tinggi dalam penggunaan internet, namun permasalahan yang terjadi saat ini adalah akses internet seringkali tidak stabil dan lambat disebabkan karena padatnya penggunaan internet pada jam kerja dan jam belajar dan juga belum adanya manajemen pada jaringan sekolah, salah satu cara mengatasinya adalah dengan menambahkan sebuah perangkat jaringan yaitu Mikrotik *Routerboard* dan melakukan manajemen *bandwidth*. Dalam hal ini penulis menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* untuk manajemen *bandwidth*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan hasil pengukuran parameter QoS yang terdiri dari *throughput*, *delay* dan *packet loss* pada metode *simple queue* dan *queue tree*. Hasil dari penelitian ini adalah dapat diketahui bahwa metode *queue tree* lebih tepat untuk diterapkan dibandingkan dengan metode *simple queue* dilihat dari hasil analisis perbandingan parameter QoS nilai *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai solusi bagi sekolah untuk menyelesaikan permasalahan terkait dengan manajemen jaringan yang ada di SMKN 1 Al Mubarkeya.

Kata Kunci : Mikrotik, Manajemen *Bandwidth*, *Simple Queue*, *Queue Tree*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah, Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala. Dzat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Perbandingan Metode *Simple Queue* dan *Queue Tree* untuk Optimalisasi Manajemen *Bandwidth* pada Mikrotik SMKN 1 Al Mubarkeya**”. Shalawat dan salam senantiasa kita kirimkan kepada Rasulullah Shallallahu ‘Alaihi Wasallam yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan dan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Sains dan Teknolgi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Selain itu, tugas akhir ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Teknologi Informasi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

1. Orangtua tercinta yang telah mendoakan, memberikan dukungan dan memotivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Ima Dwitawati, M.B.A. selaku Ketua Prodi Teknologi Informasi Fakultas Sains dan Teknolgi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Bapak Mulkan Fadhli, M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Khairan AR, M.Kom. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.

5. Bapak Ghufran Ibnu Yasa', M.T. sebagai Penasehat Akademik yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi.
6. Ibu Cut Ida Rahmadiana, S.Si selaku Staff Prodi Teknologi Informasi yang senantiasa membantu penulis dalam pemberkasan administrasi.
7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknologi Informasi yang telah membekali dengan ilmu pengetahuan di bidang Teknologi Informasi.
8. Ucapan terima kasih juga kepada sahabat-sahabat tercinta angkatan 2019 khususnya kepada Tim BBT yang telah banyak membantu memberikan masukan serta motivasi.
9. Terimakasih juga kepada kakak Mawaddah, yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
10. Terimakasih juga penulis haturkan untuk semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Kebenaran datangnya dari Allah dan kesalahan datangnya dari diri penulis. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Ridho-Nya kepada kita semua.

Banda Aceh, 02 Mei 2023

AR - RANID
Penulis

Khairun Ardiansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Kajian Teoritis	7
2.2.1 Jaringan Komputer.....	7
2.2.2 Jenis-Jenis Jaringan Komputer.....	8
2.2.3 Perangkat Jaringan.....	10
2.2.4 Internet	12
2.2.5 Topologi Jaringan.....	12
2.2.7 Mikrotik	12
2.2.8 <i>Bandwidth</i>	13
2.3 Kerangka Berpikir	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Tahapan Penelitian	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2.1 Tempat Penelitian.....	21
3.2.2 Waktu Penelitian	21

3.3	Teknik Pengumpulan Data	22
3.4	Analisis Kebutuhan Sistem.....	22
3.4.1	Analisis Kebutuhan <i>Hardware</i>	22
3.4.2	Analisis Kebutuhan <i>Software</i>	23
3.4.3	Sistem yang Berjalan.....	23
3.4.4	Sistem yang diusulkan	24
3.4.5	Alur Penelitian	25
3.4.6	Pengujian Sistem.....	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1	Persiapan Pemasangan Aplikasi	29
4.2	Konfigurasi <i>Routerboard Mikrotik</i>	30
4.3	Konfigurasi <i>Network Address Translation (NAT)</i>	31
4.4	Konfigurasi <i>IP Client</i>	33
4.5	Konfigurasi <i>DHCP Server</i>	34
4.6	Konfigurasi <i>Simple Queue</i> pada Mikrotik.....	37
4.7	Konfigurasi <i>Mangle</i> pada Mikrotik.....	41
4.8	Konfigurasi <i>Queue Type</i> pada Mikrotik.....	46
4.9	Konfigurasi <i>Queue Tree</i> pada Mikrotik.....	48
4.10	Hasil Pengujian Tanpa Manajemen <i>Bandwidth</i>	51
4.11	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Simple Queue</i>	53
4.12	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Queue Tree</i>	55
4.13	Perbandingan Hasil Pengukuran QoS Tanpa Manajemen <i>Bandwidth</i> , Metode <i>Simple Queue</i> dan <i>Queue Tree</i>	58
4.14	Perbandingan Hasil Pengukuran QoS <i>Simple Queue</i> dan <i>Queue Tree</i> . 59	
4.15	Analisis Hasil Perbandingan Parameter QoS pada metode <i>Simple Queue</i> dan <i>Queue Tree</i>	60
BAB V	PENUTUP	62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran	62
	DAFTAR PUSTAKA	64
	LAMPIRAN.....	66
	RIWAYAT HIDUP	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Personal Area Network (PAN)</i>	8
Gambar 2.2 <i>Local Area Network (LAN)</i>	8
Gambar 2.3 <i>Metropolitan Area Network (MAN)</i>	9
Gambar 2.4 <i>Wide Area Network (WAN)</i>	9
Gambar 2.5 <i>RouterBoard MikroTik RB951Ui-2HnD</i>	10
Gambar 2.6 <i>TP-Link 24-Port Gigabit Switch</i>	10
Gambar 2.7 <i>Modem Huawei HG8245U</i>	11
Gambar 2.8 <i>Kabel UTP</i>	11
Gambar 2.9 <i>Aplikasi Winbox</i>	13
Gambar 2.10 <i>Kerangka Berpikir</i>	19
Gambar 3.1 <i>Tahapan Penelitian</i>	20
Gambar 3.2 <i>Topologi jaringan saat ini</i>	24
Gambar 3.3 <i>Topologi yang diusulkan</i>	24
Gambar 3.4 <i>Alur penelitian</i>	25
Gambar 3.5 <i>Hasil Ping ke google.com</i>	27
Gambar 3.6 <i>Monitoring dengan wireshark</i>	27
Gambar 4.1 <i>Running winbox</i>	29
Gambar 4.2 <i>Login Aplikasi Winbox</i>	30
Gambar 4.3 <i>Menambahkan DHCP Client Ether1</i>	30
Gambar 4.4 <i>Status DHCP Client Ether1</i>	31
Gambar 4.5 <i>Konfigurasi NAT</i>	31
Gambar 4.6 <i>New NAT Rule</i>	32
Gambar 4.7 <i>Action NAT</i>	32
Gambar 4.8 <i>Address List</i>	33
Gambar 4.9 <i>Address List Ether2</i>	33
Gambar 4.10 <i>List IP Address</i>	34
Gambar 4.11 <i>Konfigurasi DHCP ether2</i>	34
Gambar 4.12 <i>DHCP Server pada ether2</i>	35
Gambar 4.13 <i>DHCP Address Space Ether2</i>	35
Gambar 4.14 <i>Gateway DHCP Network ether2</i>	35

Gambar 4.15 <i>Address to Give Out ether2</i>	36
Gambar 4.16. <i>DNS Server ether2</i>	36
Gambar 4.17. <i>Lease Time</i>	36
Gambar 4.18 <i>DHCP Completed ether2</i>	37
Gambar 4.19 <i>List DHCP Server</i>	37
Gambar 4.20 <i>Queue list simple queue</i>	37
Gambar 4.21 <i>Name dan Target Simple Queue</i>	38
Gambar 4.22 <i>Target Upload dan Donwload Simple Queue</i>	38
Gambar 4.23 <i>Simple Queue Lab TKJ</i>	39
Gambar 4.24 <i>Simple Queue Lab RPL</i>	39
Gambar 4. 25 <i>Simple Queue Perpustakaan</i>	40
Gambar 4.26 <i>List Simple Queue</i>	40
Gambar 4.27 <i>Menambahkan Mangle</i>	41
Gambar 4.28 <i>General-Mark Connection Download</i>	42
Gambar 4.29 <i>Action- Mark Connection Download</i>	42
Gambar 4.30 <i>General-Mark Connection Upload</i>	43
Gambar 4. 31 <i>Action- Mark Connection Upload</i>	43
Gambar 4.32 <i>General-Packet Mark Donwload</i>	44
Gambar 4.33 <i>Action-Packet Mark Donwload</i>	44
Gambar 4.34 <i>General-Packet Mark Upload</i>	45
Gambar 4.35 <i>Action-Packet Mark Upload</i>	45
Gambar 4.36 <i>List Magle</i>	46
Gambar 4.37 <i>Pcq Download</i>	47
Gambar 4. 38 <i>Pcq Upload</i>	47
Gambar 4.39 <i>Parent Queue Download</i>	48
Gambar 4.40 <i>Child Queue Download</i>	49
Gambar 4.41 <i>Parent Queue Upload</i>	50
Gambar 4.42 <i>Child Queue Upload</i>	50
Gambar 4.43 <i>List Queue Tree</i>	51
Gambar 4.44 <i>Grafik Perbandingan Throughput</i>	60
Gambar 4.45 <i>Grafik Perbandingan Delay</i>	61
Gambar 4.46 <i>Grafik Perbandingan Packet Loss</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Standarisasi Pemakaian <i>Throughput</i>	17
Tabel 2.3 Standarisasi Pemakaian <i>Paket Loss</i>	17
Tabel 2.4 Standarisasi Pemakaian <i>Delay</i>	18
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	21
Tabel 3. 2 Kebutuhan <i>Hardware</i>	23
Tabel 3.3 Kebutuhan <i>Software</i>	23
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Tata Usaha	51
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Lab TKJ	52
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Lab RPL.....	52
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Perpustakaan	53
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Tata Usaha Menggunakan Metode <i>Simple Queue</i>	53
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Lab TKJ Menggunakan	54
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Lab RPL Menggunakan.....	54
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Perpustakaan Menggunakan Metode <i>Simple Queue</i>	55
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Tata Usaha Menggunakan Metode <i>Queue Tree</i>	56
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Lab TKJ Menggunakan	56
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Lab RPL Menggunakan.....	57
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangn Perpustakaan Menggunakan Metode <i>Queue Tree</i>	57
Tabel 4.13 Hasil Pengukuran QoS Tanpa Manajemen <i>Bandwidth</i> , Metode <i>Simple Queue</i> dan <i>Queue tree</i>	58
Tabel 4.14 Hasil Perbandingan QoS <i>Simple Queue</i> dan <i>Queue Tree</i>	59

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	Nama	Halaman
Mbps	<i>Mega bit per second</i>	1
HTB	<i>Hierarchical Token Bucket</i>	2
CBQ	<i>Class Based Queue</i>	2
PCQ	<i>Peer Connection Queue</i>	2
ICMP	<i>Internet Control Message Protocol</i>	2
IP Address	<i>Internet Protocol Address</i>	2
QoS	<i>Quality of Service</i>	4
PAN	<i>Personal Area Network</i>	8
LAN	<i>Local Area Network</i>	8
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>	9
WAN	<i>Wide Area Network</i>	9
UTP	<i>Unshield Twisted Pair</i>	11
ISP	<i>Internet Service Provider</i>	12
MAC	<i>Media Access Control</i>	12
GUI	<i>Graphical User Interface</i>	12
bps	<i>Bits Per Second</i>	13
CIR	<i>Committed Information Rate</i>	15
MIR	<i>Maximal Information Rate</i>	16
TIPHON	<i>Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks</i>	17
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>	29
NAT	<i>Network Address Translation</i>	30
DNS	<i>Domain Name Server</i>	35

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Sistem	67
Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian	71



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di era modern saat ini perkembangan teknologi informasi semakin berkembang pesat dan rasa keingintahuan manusia dalam menggunakan teknologi komputer pun semakin meningkat, oleh karenanya manusia sangat mengharapkan kemudahan dalam memperoleh sebuah informasi dan komunikasi (Refina & Purwanto, 2022). Internet merupakan jaringan komputer yang sangat luas dan mendunia, saat ini internet menjadi kebutuhan pokok bagi penggunanya pada tempat kerja dan ruang pendidikan.

SMKN 1 Al Mubarkeya merupakan salah satu sekolah yang memiliki mobilitas tinggi dalam penggunaan internet, baik digunakan untuk *browsing* informasi, *download* data, Sosial media dan penggunaan fasilitas internet lainnya. Sejak tahun pertama berdirinya SMKN 1 Al Mubarkeya, akses layanan internet sudah tersedia di beberapa ruang dan bengkel dengan *bandwidth* utama sebesar 50 Mbps, seiring waktu berjalan pembangunan sekolah yang semakin meluas sehingga semua ruangan kantor, laboratorium dan bengkel membutuhkan akses internet, oleh karena itu dilakukan perluasan akses jaringan internet serta penambahan *bandwidth* menjadi 100 Mbps.

Internet saat ini dirasa sudah memadai, berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan didapatkan permasalahan yang terjadi saat ini yaitu akses internet seringkali tidak stabil dan lambat disebabkan karena padatnya penggunaan internet pada jam kerja dan jam belajar. Pengguna internet aktif saat ini adalah staf, guru dan siswa, dimana staf dan guru yang mengakses internet pada jam kerja lebih kurang 60% dari total 101 orang staf/guru, sebanyak 50% dari total 600 siswa yang menggunakan saat jam belajar.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut penulis menawarkan solusi yaitu dengan menambahkan perangkat yang dapat melakukan manajemen antar jaringan yang disebut dengan Mikrotik *Routerboard*. Penambahan *router* mikrotik yang dimaksud adalah untuk melakukan manajemen *bandwidth*. Beberapa metode

manajemen *bandwidth* yang biasanya digunakan adalah *simple queue*, *queue tree*, *Hierarchical Token Bucket* (HTB), *Class-Based Queue* (CBQ) dan *Peer Connection Queue* (PCQ).

Pada penelitian ini penulis melakukan perbandingan manajemen *bandwidth* antara dua metode yaitu *simple queue* dan *queue tree* dimana nantinya akan penulis lakukan analisis terhadap dua metode tersebut sehingga mendapatkan metode yang tepat untuk dapat diterapkan pada jaringan SMKN 1 Al Mubarkeya sehingga jaringan di SMKN Al Mubarkeya dapat dioptimalkan dengan baik.

Pemilihan metode *simple queue* dan *queue tree* sebagai tahapan manajemen *bandwidth* dikarenakan *simple queue* memiliki konfigurasi yang sederhana dan pada dasarnya kita tidak dapat mengalokasikan *bandwidth* khusus buat ICMP (Internet Control Message Protocol). Sedangkan metode *queue tree* memiliki pelimitan yang rumit karena pelimitan ini berdasarkan *protocol*, *ports*, *IP address* serta kita harus mengaktifkan fitur *mangle* pada *firewall*, *queue tree* juga dapat digunakan untuk membatasi *download* atau *upload* koneksi satu arah saja (Gusnadi, 2021).

Penelitian ini diharapkan nantinya dapat memberikan solusi untuk menyelesaikan permasalahan terkait dengan manajemen jaringan yang ada di SMKN 1 Al Mubarkeya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun sistem manajemen *bandwidth* pada mikrotik di SMKN 1 Al Mubarkeya?
2. Bagaimana analisis perbandingan antara dua metode manajemen *bandwidth* jaringan *simple queue* dan *queue tree* di SMKN 1 Al Mubarkeya?

1.3 Tujuan Penelitian

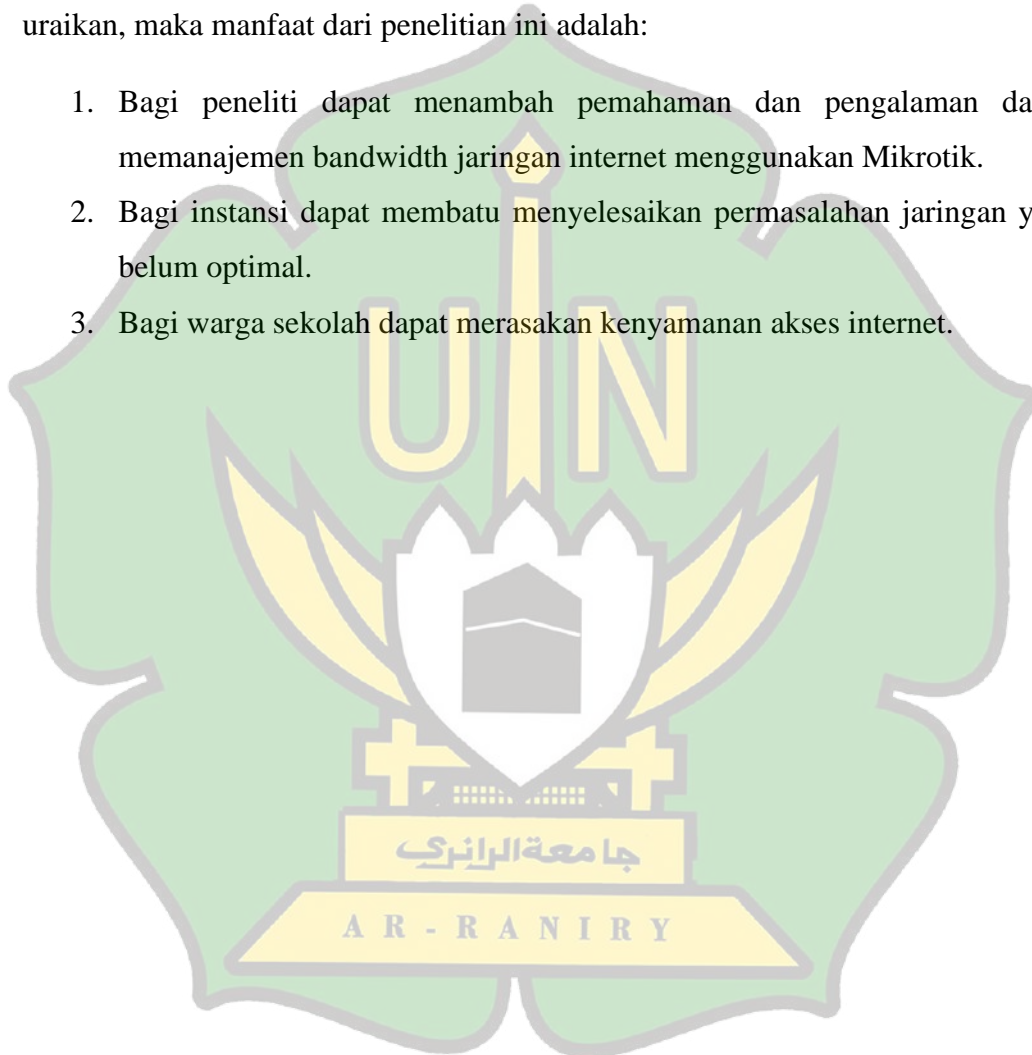
Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membangun sistem jaringan di SMKN 1 Al Mubarkeya Ingin dengan menggunakan *Routerboard* mikrotik.
2. Menjelaskan analisis perbandingan hasil parameter QoS pada metode *simple queue* dan *queue tree*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dan tujuan yang telah penulis uraikan, maka manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti dapat menambah pemahaman dan pengalaman dalam memanajemen bandwidth jaringan internet menggunakan Mikrotik.
2. Bagi instansi dapat membantu menyelesaikan permasalahan jaringan yang belum optimal.
3. Bagi warga sekolah dapat merasakan kenyamanan akses internet.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Sandi Prayoga pada tahun 2021, setelah diterapkannya metode *simple queue* dan *queue tree* pada mikrotik dimana keduanya merupakan fitur manajemen *bandwidth*, tetapi *queue tree* lebih stabil dan memiliki kecepatan internet yang lebih tinggi sedangkan *simple queue* dianggap lebih sederhana dan tidak stabil. analisa perbandingan *bandwidth* mengungkapkan bahwa, *queue tree* dapat menstabilkan *bandwidth* dari pada *simple queue* tergantung pada jumlah pengguna. Kedua metode ini bisa di jalan secara bersamaan dalam satu jaringan.

Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Majid Rahardi dkk pada tahun 2022 dengan melakukan Analisis Perbandingan Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *mikhmon* dan *user manager*, pengujian dilakukan pada analisa parameter QoS yaitu *throughput*, *delay*, dan *packet loss*, dimana *throughput* pada metode *Mikhmon* lebih unggul dibandingkan dengan *throughput* pada metode *user manager* dengan nilai rata-rata *throughput* pada *mikhmon* 2,5553.8 bps dan 2,522.8 bps pada *user manager*, kemudian nilai *delay* pada *mikhmon* lebih unggul dibandingkan dengan *user manager* dengan hasil nilai rata-rata *delay* pada *mikhmon* 2.87 ms sedangkan nilai rata – rata *delay* pada *user manager* yaitu 3.24 ms, sedangkan untuk *packet loss* lebih unggul pada *user manager* daripada *Mikhmon* dengan hasil nilai rata-rata 0.062 % pada *user manager* dan 0.1018 % pada *mikhmon*, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada analisis QoS metode *Mikhmon* lebih baik dan lebih optimal digunakan untuk jaringan hotspot dibandingkan dengan *user manager*.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Wira Gusnadi pada tahun 2021, berdasarkan hasil dari analisis manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* diukur menggunakan parameter QoS, maka didapatkan nilai dari metode *simple queue* parameter *throughput* sebesar 326,8 dengan kategori sangat bagus, *packet loss* dengan nilai 4,36 kategori sedang, *delay* dengan nilai

19,0205848 kategori sangat bagus. Sedangkan manajemen *bandwidth* menggunakan *Queue Tree* didapatkan hasil *throughput* dengan nilai 2129,4 kategori sangat bagus, *packet loss* sebesar 1,78 dengan kategori bagus, *delay* dengan nilai 30,85036212 kategori sangat bagus. Berdasarkan hasil perhitungan pengujian kecepatan *download* dan *upload* dari manajemen *bandwidth simple queue* dan *queue tree*, metode *queue tree* lebih unggul dibandingkan metode *simple queue*. Berikut ringkasan untuk penelitian terdahulu yang dimuat dalam table 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Peneliti	Hasil Penelitian	Persamaan dan perbedaan
1	Sandi Prayoga (2021)	Analisa Manajemen <i>Bandwidth Simple Queue</i> Dan <i>Queue Tree</i>	Sistem Analisa perbandingan <i>bandwidth</i> mengungkapkan bahwa, <i>Queue Tree</i> dapat menstabilkan <i>bandwidth</i> dari pada <i>Simple Queue</i> tergantung pada jumlah pengguna. Keduanya metode ini bisa dijalan secara bersamaan dalam satu jaringan.	<p>Persamaan Persamaan penelitian ini terkait dengan sama halnya melakukan analisa manajemen <i>bandwidth simple queue</i> dan <i>queue tree</i></p> <p>Perbedaan Perbedaan penelitian ini yaitu terdapat pada penerapan manajemen <i>bandwidth</i>-nya, dimana pada penelitian ini hanya menggunakan <i>access point</i> sebagai media transmisi</p>
2	Majid Rahardi dkk (2022)	Analisis Perbandingan Manajemen <i>Bandwidth</i> Menggunakan Metode <i>Mikmon</i> dan	pengujian dilakukan pada analisa parameter QoS yaitu <i>throughput</i> , <i>delay</i> , dan <i>packet loss</i> , dimana <i>throughput</i>	<p>Persamaan Persamaan penelitian ini terkait dengan sama halnya melakukan</p>

		<p><i>User manager</i></p>	<p>pada metode <i>Mikhmon</i> lebih unggul dibandingkan dengan <i>throughput</i> pada metode <i>user manager</i> dengan nilai rata-rata <i>throughput</i> 2,5553.8 Bps pada <i>Mikhmon</i> dan 2,522.8 Bps pada <i>user manager</i>, kemudian nilai <i>delay</i> pada <i>Mikhmon</i> lebih unggul dibandingkan dengan <i>user manager</i> dengan hasil nilai rata-rata <i>delay</i> pada <i>Mikhmon</i> 2.87 ms sedangkan nilai rata – rata <i>delay</i> pada <i>User manager</i> yaitu 3.24 ms, sedangkan untuk <i>packet loss</i> lebih unggul pada <i>user manager</i> daripada <i>Mikhmon</i> dengan hasil nilai rata-rata 0.062 % pada <i>user manager</i> dan 0.1018 % pada <i>Mikhmon</i> , sehingga dapat disimpulkan bahwa pada analisis QoS metode <i>Mikhmon</i> lebih baik dan lebih optimal digunakan untuk jaringan <i>hostpot</i> dibandingkan dengan <i>user manager</i>.</p>	<p>analisa manajemen</p> <p>Perbedaan Perbedaan penelitian ini yaitu terdapat pada penerapan metode manajemen <i>bandwidth</i> dimana pada penelitian ini menggunakan metode Mikrotik <i>Hotspot Monitor (Mikhmon)</i> dan <i>user manager</i>, penerapan manajemen <i>bandwidth</i>-nya hanya untuk jaringan <i>hostpot</i>.</p>
--	--	----------------------------	---	--

3	Wira Gusnadi (2021)	Perbandingan Metode Simple Queue Dan Queue Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Di Laboratorium Komputer SMKN 2 Palopo	Berdasarkan hasil perhitungan pengujian kecepatan download dan upload dari manajemen bandwidth <i>Simple Queue</i> dan <i>Queue Tree</i> , metode <i>Queue Tree</i> lebih unggul dibandingkan metode <i>Simple Queue</i>	<p>Persamaan Persamaan penelitian ini terkait dengan sama halnya melakukan analisa manajemen <i>bandwidth simple queue</i> dan <i>queue tree</i></p> <p>Perbedaan Perbedaan penelitian ini yaitu terdapat pada objek penelitiannya dimana pada penelitian ini hanya dilakukan di Laboratorium saja.</p>
---	---------------------	--	--	---

2.2 Kajian Teoritis

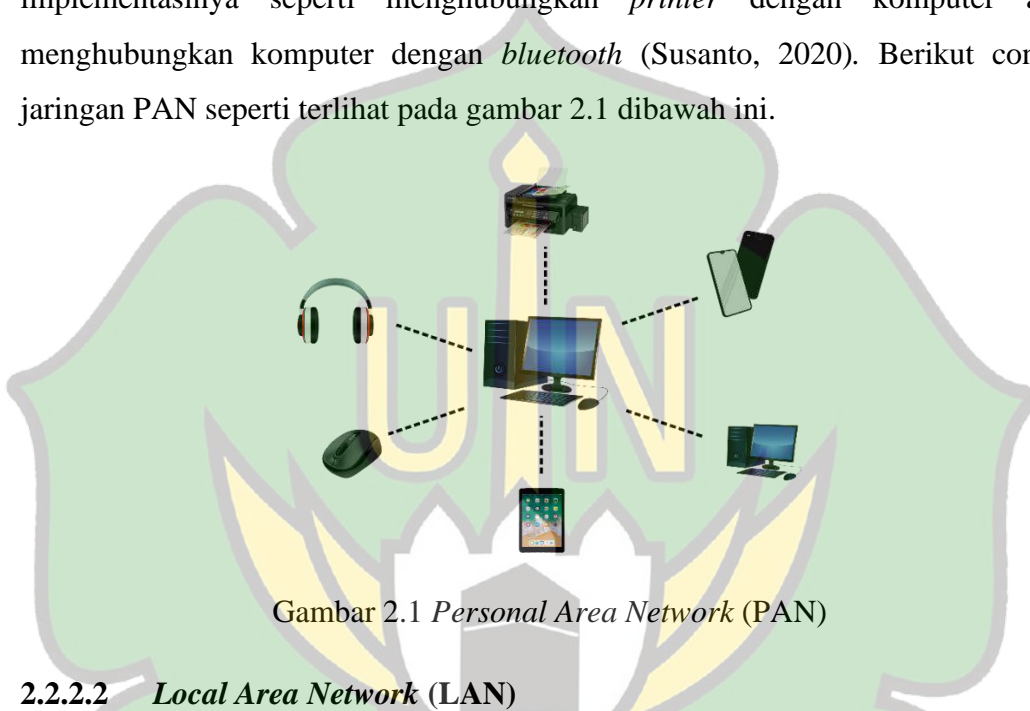
2.2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah interkoneksi sejumlah besar komputer independen yang dihubungkan bersama melalui media kabel atau nirkabel. Istilah “autonomous” dapat diartikan bahwa sebuah komputer tidak dapat sepenuhnya mengelola komputer lain melalui koneksi, sehingga memungkinkan komputer lain untuk mematikan, memulai ulang, mengakses file, dan menyebabkan kerusakan pada sistem. Internet berfungsi sebagai ilustrasi jaringan semacam itu, di mana setiap komputer mengelola filenya sendiri secara mandiri. Komputer dapat mengirim dan menerima data melalui internet, tetapi tidak dapat mengontrol komputer lain secara keseluruhan. (Al Fikri, 2021) .

2.2.2 Jenis-Jenis Jaringan Komputer

2.2.2.1 *Personal Area Network (PAN)*

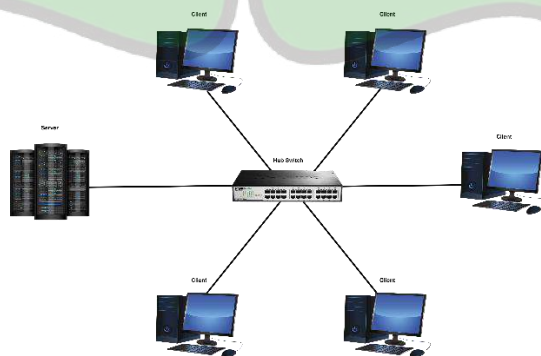
Personal Area Network atau disingkat dengan PAN adalah jenis jaringan komputer yang biasanya menggunakan transmisi datanya untuk menghubungkan perangkat elektronik pribadinya saja dalam jangkauan yang sangat dekat. Seperti perangkat komputer, tablet, handphone, printer dan perangkat lainnya. Contoh implementasinya seperti menghubungkan *printer* dengan komputer atau menghubungkan komputer dengan *bluetooth* (Susanto, 2020). Berikut contoh jaringan PAN seperti terlihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 *Personal Area Network (PAN)*

2.2.2.2 *Local Area Network (LAN)*

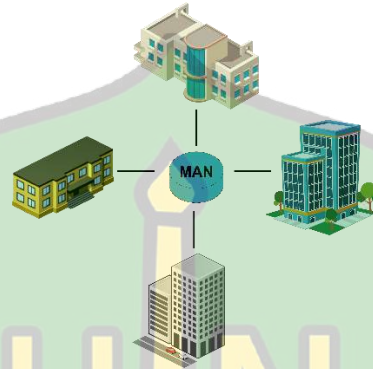
Local Area Network atau disingkat dengan LAN adalah jenis jaringan komputer yang cakupannya sangat kecil, dimana jaringan LAN merupakan jaringan komputer yang lokasinya hanya terbatas didalam sebuah gedung atau kampus, pengelola media komunikasinya dilakukan oleh pemilik LAN itu sendiri (Susanto, 2020). Berikut contoh jaringan LAN seperti terlihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 *Local Area Network (LAN)*

2.2.2.3 Metropolitan Area Network (MAN)

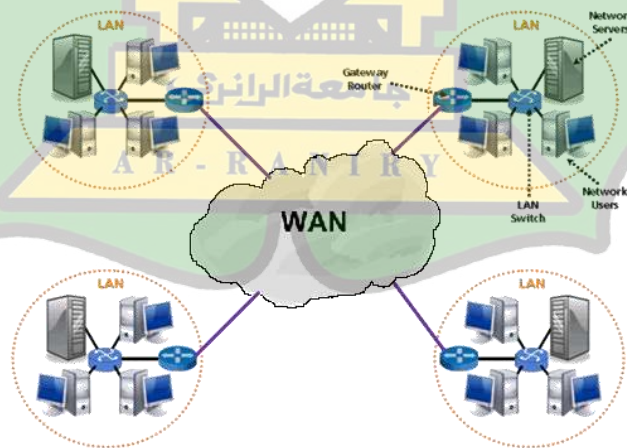
Metropolitan Area Network atau disingkat dengan MAN adalah jenis jaringan komputer yang cakupannya lebih luas dibandingkan dengan LAN, jaringan MAN biasanya digunakan untuk membangun jaringan antar gedung yang masih dalam satu wilayah atau kota (Susanto, 2020). Berikut contoh jaringan MAN seperti terlihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 *Metropolitan Area Network (MAN)*

2.2.2.4 Wide Area Network (WAN)

Wide Area Network atau disingkat dengan WAN adalah jenis jaringan komputer dengan cakupan area yang luas baik antar kota maupun antar negara, atau dapat diartikan juga sebagai jaringan yang membutuhkan *router* dan saluran komunikasi publik. Contohnya seperti internet (Susanto, 2020). Berikut contoh jaringan WAN seperti terlihat pada gambar 2.4 dibawah ini.

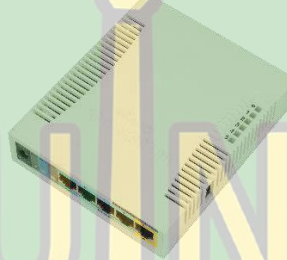


Gambar 2.4 *Wide Area Network (WAN)*

2.2.3 Perangkat Jaringan

2.2.3.1 Router

Router adalah perangkat keras untuk jaringan komputer yang menghubungkan dua atau lebih jaringan. Proses pengiriman paket data melalui jaringan atau internet untuk mencapai tujuannya dikenal dengan istilah *routing*. *Router* membuat keputusan tentang kemana dan bagaimana mengirim paket dengan memanfaatkan tabel *routing* yang disimpan dalam memorinya. Paket data dapat memilih rute yang paling efisien melalui *router* (Kuspandi Putra et al., 2020). Berikut contoh *router* seperti terlihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 RouterBoard MikroTik RB951Ui-2HnD

2.3.3.1.1 Routing

Routing adalah suatu proses yang dilakukan untuk meneruskan paket-paket antar jaringan sehingga menjadi sebuah perutean tertentu. Dalam melakukan *routing* membutuhkan perangkat *router*, dimana *router* berfungsi untuk melanjutkan paket-paket data dari suatu jaringan ke jaringan lainnya, sehingga *host* antar *network* dapat saling berkomunikasi (Amuda et al., 2021).

2.2.3.2 Swicth

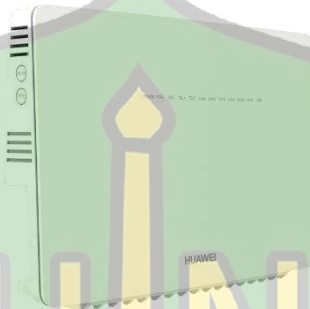
Swicth merupakan perangkat keras yang mampu menerima informasi dari berbagai sumber yang terhubung dan kemudian mendistribusikan informasi tersebut ke pihak lain yang membutuhkannya. *Switch* juga memiliki fungsi lain yang terkait dengan area komunikasi lapisan kedua. Berikut contoh *Swicth* seperti terlihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 TP-Link 24-Port Gigabit Switch

2.2.3.3 Modem

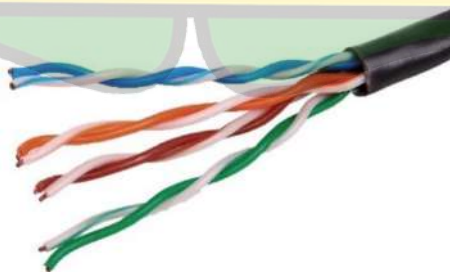
Modem merupakan singkatan dari *Modulator Demodulator*. modulator adalah komponen yang mengubah sinyal informasi menjadi sinyal pembawa yang siap dikirim, sedangkan Demodulator adalah komponen yang memisahkan sinyal informasi dari sinyal pembawa yang diterima dengan baik. Dengan kata lain, *modem* adalah jenis perangkat untuk komunikasi dua arah. Berikut contoh *modem* seperti terlihat pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 Modem Huawei HG8245U

2.2.3.4 Kabel UTP

UTP merupakan singkatan dari *Unshield Twisted Pair*. Sesuai namanya “*Unshield*”, yang berarti kabel ini tidak dilengkapi dengan pelindung aluminium sehingga jenis kabel ini kurang tahan dengan interferensi elektromagnetik, Meskipun kabel jenis ini tidak memberikan perlindungan terhadap interferensi elektromagnetik, kabel ini banyak digunakan karena biayanya yang rendah dan sesuai dengan standar. Kabel UTP memiliki empat pasang inti kabel, dengan masing-masing pasangan memiliki kode warna yang berbeda. Berikut contoh kabel UTP seperti terlihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Kabel UTP

2.2.4 Internet

Internet adalah jenis jaringan interkoneksi yang menghubungkan berbagai komputer dan jenis perangkat lainnya yang terdapat di seluruh dunia. Dengan menggunakan internet, banyak orang bisa mendapatkan informasi yang sama pada waktu yang sama setiap hari. Namun, banyak orang menggunakan internet sebagai cara untuk mengumpulkan informasi (hoax) yang dapat digunakan untuk merugikan individu atau organisasi. (Al Fikri, 2021).

2.2.5 Topologi Jaringan

Topologi adalah Proses pengelolaan konektivitas berbagai perangkat yang terhubung ke jaringan komputer sehingga dapat terbentuk hubungan sesuai kebutuhan. Rancangan yang dikenal sebagai topologi jaringan dapat langsung diimplementasikan dengan cara menghubungkan perangkat keras pada jaringan computer. beberapa jenis topologi jaringan diantaranya topologi *bus*, *tree*, *ring*, *star* dan *mesh*. (Informatika, 2018).

2.2.7 Mikrotik

MikroTik adalah perusahaan Latvia yang didirikan pada tahun 1996 untuk membuat sistem dan router ISP nirkabel. Mayoritas negara di dunia saat ini memiliki akses ke perangkat keras dan perangkat lunak konektivitas Internet *Mikrotik*. Pada tahun 1997, dimungkinkan untuk mengembangkan sistem perangkat lunak *RouterOS*, yang menawarkan stabilitas, kontrol, dan banyak fleksibilitas untuk semua jenis perutean dan antarmuka data berkat pengalaman dengan sistem perutean lengkap dan perangkat keras PC standar industri. Merek *RouterBOARD* didirikan ketika *proxy* memutuskan pada tahun 2002 untuk memproduksi perangkat kerasnya sendiri. Perusahaan mikrotik memiliki lebih dari 280 karyawan dan berbasis di Riga, ibu kota Latvia. (SIA Mikrotiks, 2022).

2.2.7.1 Winbox

Winbox adalah utilitas yang dapat digunakan untuk menghubungkan dan mengkonfigurasi mikrotik menggunakan alamat MAC atau Protokol IP. *Winbox* memungkinkan konfigurasi Mikrotik *RouterOS* dan *RouterBoard* dengan cepat dan mudah dalam mode GUI. *Winbox* dibangun dengan *binary Win32*, tetapi bekerja di

Linux dan MAC OSX menggunakan wine. semua fitur *winbox* dirancang dan dibuat untuk semirip mungkin dengan fitur konsol (Srimulia, 2022).



Gambar 2.9 Aplikasi Winbox

2.2.8 Bandwidth

Bandwidth merupakan suatu ukuran dari banyaknya informasi yang mengalir dari satu tempat ke tempat lainnya dengan waktu tertentu, dimana satuan yang dipakai untuk *bandwidth* adalah *bits per second* (bps). *Bandwidth* juga dapat digunakan untuk mengukur aliran data analog dan aliran data digital.

Bandwidth sering juga disebut dengan *Data Transfer* atau *traffic* yaitu daya tampung atau kapasitas kabel *ethernet* supaya bisa dilewati *traffic* paket data dalam jumlah tertentu. *Bandwidth* sering juga dikatakan dengan keluar masuk data (*upload-download*) (Al Kautsar & Nulhakim, 2020).

2.2.8.1 Manajemen Bandwidth

Manajemen *Bandwidth* merupakan teknik untuk mengelola jaringan sebagai usaha yang bertujuan untuk memberikan performa jaringan yang adil dan memuaskan kepada pengguna. Manajemen *bandwidth* merupakan hal mutlak bagi setiap jaringan, semakin banyak aplikasi yang dapat dilayani oleh suatu jaringan maka akan berpengaruh pada penggunaan link dalam jaringan tersebut. Link-link yang ada harus mampu menangani kebutuhan pengguna akan aplikasi tersebut bahkan dalam keadaan kepadatan *traffic* sekalipun (Arif setiadi dkk, 2021).

Adapun maksud dari manajemen *bandwidth* ini yaitu cara menerapkan pengalokasian atau pengaturan *bandwidth* dengan menggunakan *Router* Mikrotik. Tujuan dari manajemen *bandwidth* ialah untuk mengoptimalkan kinerja sebuah jaringan sehingga performa jaringan dapat lebih terjamin. Jika dalam sebuah infrastruktur jaringan tidak ada manajemen *bandwidth* maka banyak komputer yang menggunakan internet secara tidak beraturan sehingga dapat menyebabkan komputer lain tidak mendapat jatah *bandwidth* yang adil (Tukino, 2022).

2.2.8.2 Jenis-Jenis Manajemen *Bandwidth*

1. *Simple Queue*

Simple queue adalah salah satu metode manajemen *bandwidth* dengan skenario jaringan sederhana, pada *simple queue packet classification* dan *marking packet* tidak wajib di konfigurasi. Namun sebenarnya pada *simple queue* juga bisa melakukan manajemen *bandwidth* terhadap *packet-packet* yang sudah di *marking*.

2. *Queue Tree*

Queue tree adalah salah satu metode manajemen *bandwidth* yang konfigurasi *queue* nya bersifat *one way* yaitu bersifat satu arah. *Queue tree* hanya mampu melakukan *queue* untuk satu arah jenis *traffic*, artinya jika dilakukan konfigurasi pada *queue tree* terhadap *bandwidth download*, maka konfigurasi tersebut tidak akan melakukan *queue* pada *bandwidth upload*. Berlaku juga untuk sebaliknya. Sehingga jika ingin melakukan *queue* untuk *traffic download* dan *upload* maka harus membuat 2 konfigurasi *queue* (Al Kautsar & Nulhakim, 2020).

3. *Peer Connection Queue (PCQ)*

Peer Connection Queue (PCQ) merupakan salah satu fitur pada mikrotik yang berfungsi untuk membantu mengelola *traffic rate* dan *traffic packet*. PCQ adalah program untuk mengelola jaringan lalu lintas kualitas jaringan (QoS). Adapun tujuan utama dari PCQ adalah melakukan *bandwidth sharing* otomatis dan merata ke semua *client*. Prinsip kerja PCQ yaitu dengan menerapkan *simple queue* dan *queue tree* dimana hanya ada satu *client* aktif menggunakan *bandwidth*, sementara *client* yang lain berada pada posisi *idle*, maka oleh karena itu *client* yang aktif tersebut dapat menggunakan *bandwidth* yang tersedia. Akan tetapi jika *client* lain aktif maka *bandwidth* yang maksimal dapat digunakan oleh jumlah *client* yang aktif, sehingga *bandwidth* dapat di salurkan secara adil dan merata (Kalsum & Supardi, 2015).

4. *Class Based Queue (CBQ)*

Class based queue (CBQ) adalah mekanisme penjadwalan yang berfungsi sebagai acuan untuk membedakan trafik dengan prioritas yang berbeda dan

menyediakan link sharing antar agensi yang menggunakan jalur fisik yang sama. Dengan CBQ, setiap agensi dapat mengalokasikan *bandwidth*-nya sendiri untuk berbagai jenis lalu lintas berdasarkan pembagian yang sesuai untuk setiap jenis lalu lintas (Suryadi & Pamulang, 2020).

5. *Hierarchical Token Bucket (HTB)*

Hierarchical Token Bucket (HTB) adalah cara untuk mengelompokkan antrian yang dapat menangani berbagai jenis lalu lintas. Sistem antrian sebagian besar bertanggung jawab atas bagaimana Mikrotik mengimplementasikan QoS (kualitas layanan). Pada mikrotik HTB memiliki dua jenis antrian diantaranya *simple queue* dan *queue tree*. Dengan melakukan pengelompokan bertingkat, HTB memungkinkan kita untuk menyusun antrian lebih terstruktur (Nawawi, 2021).

HTB berfungsi untuk membuat struktur antrian yang terlihat seperti *hierarki* dan mengendalikan bagaimana kelas terkait satu sama lain. Ada tiga jenis kelas di HTB yaitu *root*, *inner*, dan *leaf*. Semua lalu lintas akan melewati kelas *root*, yang menempati posisi tertinggi dalam *hierarki*. Ada kelas *parent* dan kelas *child* di kelas dalam. Tujuan dari kelas ini adalah untuk memberikan informasi yang lebih terkait dengan kelas *child* yang menyertainya. *leaf* adalah kelas koneksi dalam *hierarki* fundamental atau terendah. Dalam salah satu baris yang ia lewati, kelas ini bertugas mengelola antrian (Putra et al., 2020).

Dalam metode HTB, setiap antrian memiliki *dual limitation* atau alokasi *bandwidth* yang dapat bertindak sebagai pembatas *bandwidth* yang sama dengan masing-masing divisi atau *parent*.

Kedua *rate-limits* tersebut yaitu:

1. *Committed Information Rate (CIR)*

Limit-at merupakan Proses menentukan batas bawah atau kecepatan lalu lintas minimum yang dapat diperoleh dengan antrian pada *RouterOS*. Lalu lintas minimum antrian ditetapkan oleh *Limit-at*, dan apa pun yang terjadi tidak akan pernah mendapatkan trafik di bawah batas ini.

2. Maximal Information Rate (MIR)

Max-limit merupakan situasi yang ideal di *RouterOS*, yang merupakan batas kecepatan maksimum yang dapat dicapai ketika jaringan internet tidak sibuk. Arus lalu lintas rata-rata setiap pengguna dapat mencapai tingkat maksimum ketika ada *bandwidth* cadangan untuk antrian induk.

Pertama, jika *limit-at* (CIR) dari semua antrian telah terpenuhi, maka *child* baru dapat mencoba meminjam data *rate* yang diperlukan dari *parent* untuk mencapai batas *max-limit*. CIR akan diprioritaskan terlebih dahulu, dan bahkan jika *max-limit parent* terlampaui, tidak ada yang penting baginya .

2.2.8.3 Quality of Service

Quality of Service (QoS) digunakan untuk mengukur sekelompok atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis. QoS merupakan mekanisme jaringan yang memungkinkan *software* atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. Terdapat beberapa parameter yang harus dipertimbangkan untuk menentukan *quality of service* diantaranya adalah *throughput*, *packet loss*, dan *delay* (Fadilah et al., 2021).

QoS merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur serangkaian karakteristik kinerja yang telah ditentukan dan dihubungkan ke suatu layanan. Mekanisme jaringan yang dikenal sebagai QoS memungkinkan perangkat lunak atau layanan berfungsi seperti yang diharapkan. Ada beberapa parameter QoS yang harus diperhitungkan saat menentukan *Quality of Service* diantaranya *throughput*, *packet loss*, dan *delay*.

1. Throughput

Throughput merupakan kecepatan (*rate*) pengiriman data efektif yang diukur dalam satuan bps. *Throughput* merupakan jumlah total paket yang berhasil diamati di tujuan selama interval waktu tertentu, dan dihitung dengan membagi durasi interval waktu dengan jumlah total paket. Rumus untuk mengukur nilai *throughput* dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data di terima}}{\text{Lama pengamatan}}$$

Tabel 2.2 Standarisasi Pemakaian *Throughput*

Katagori	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

(Sumber : TIPHON)

2. *Packet Loss*

Packet loss adalah parameter yang dapat menggambarkan keadaan lengkap dari paket yang hilang. Ini terjadi sebagai akibat dari kemacetan dan tabrakan jaringan, dan juga mempengaruhi semua aplikasi karena transmisi mengurangi efisiensi jaringan meskipun aplikasi ini memiliki *bandwidth* yang cukup. *Buffer* akan penuh jika ada kemacetan yang berkepanjangan, dan tidak ada data baru yang akan diterima. Rumus untuk mengukur nilai *packet loss* dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$\text{Paket Loss} = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima}}{\text{Paket yang dikirim}} \times 100\%$$

Tabel 2.3 Standarisasi Pemakaian *Paket Loss*

Katagori	<i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0-2	4
Bagus	3-14	3
Sedang	15-24	2
Buruk	>25	1

(Sumber : TIPHON)

3. *Delay*

Delay adalah Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan disebut penundaan. Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi *delay* diantaranya media fisik, jarak, kongesti atau waktu proses yang lama. Rumus untuk mengukur nilai *delay* dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$\text{Rata-rata delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total Paket diterima}}$$

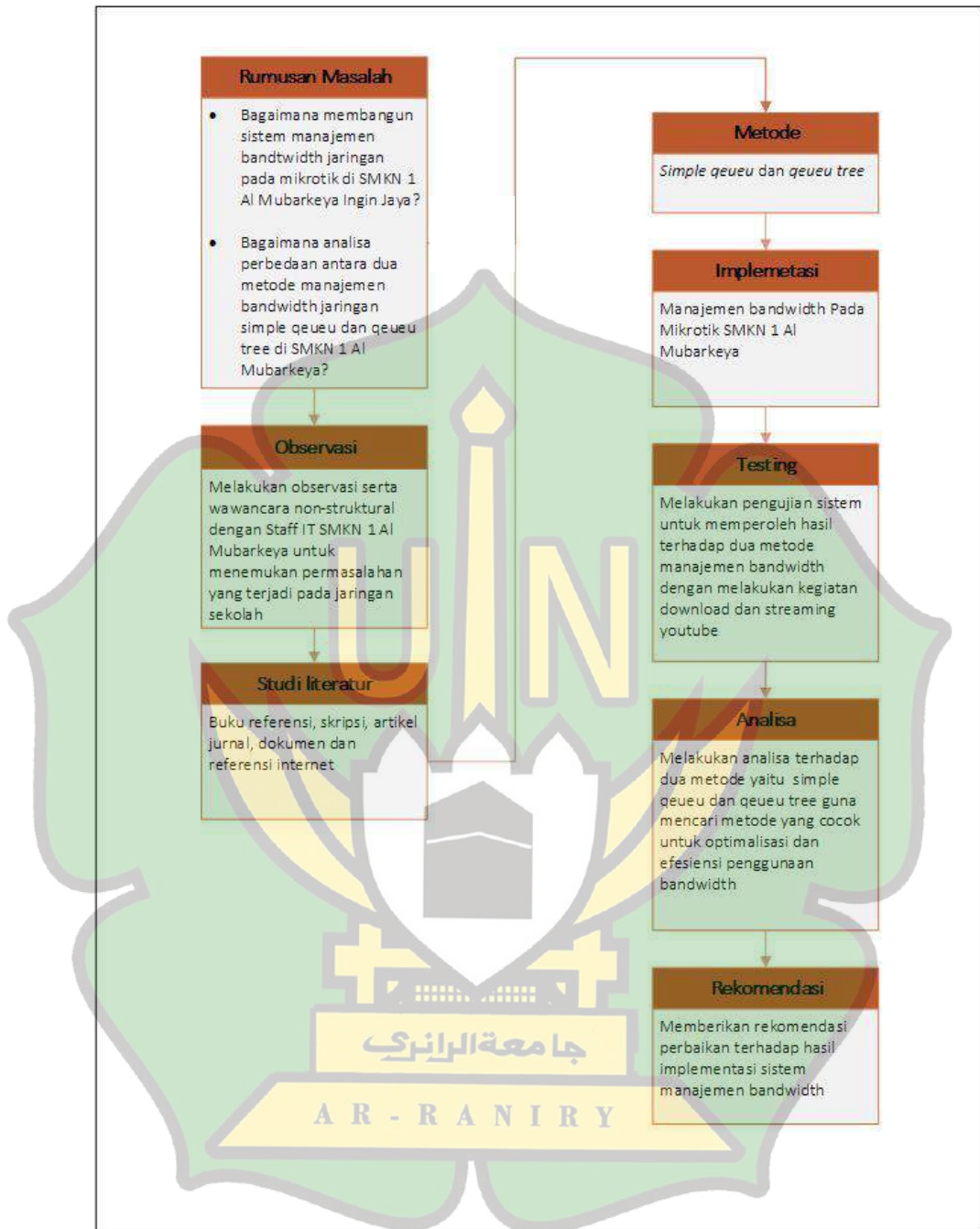
Tabel 2.4 Standarisasi Pemakaian *Delay*

Kategori	<i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	≥ 150 ms s/d ≤ 300 ms	3
Sedang	> 300 ms s/d ≤ 450 ms	2
Buruk	> 450 ms	1

(Sumber : TIPHON)



2.3 Kerangka Berpikir



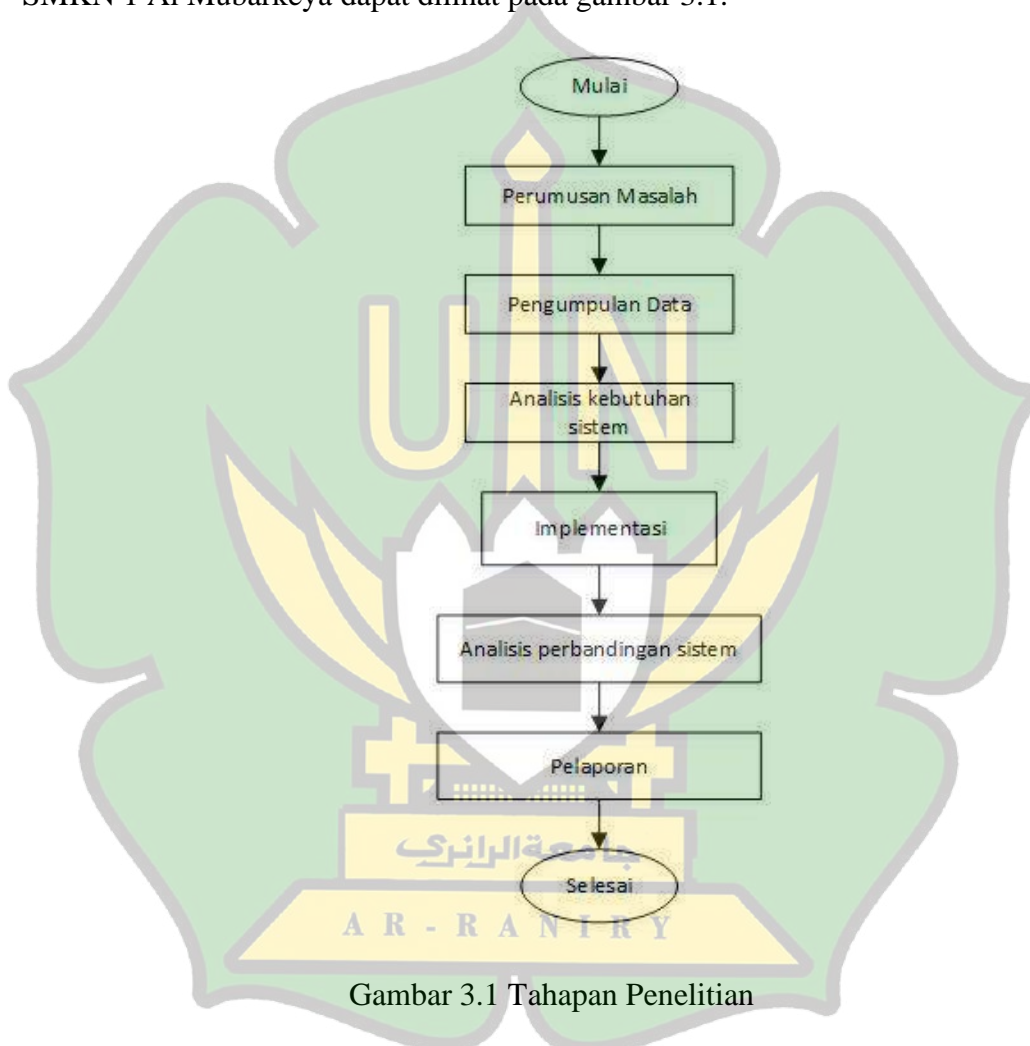
Gambar 2.10 Kerangka Berpikir

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Gambaran sederhana tahap-tahap penelitian yang akan peneliti lakukan di SMKN 1 Al Mubarkeya dapat dilihat pada gambar 3.1.



Berdasarkan tahapan penelitian yang terdapat pada gambar 3.1 menjelaskan tahapan dan proses penelitian dari awal hingga akhir untuk menganalisis manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* yang bertujuan untuk menemukan salah satu metode yang lebih baik dan efektif untuk digunakan pada SMKN 1 Al Mubarkeya, sebelum dilakukan penelitian penulis merumuskan beberapa rumusan masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini. Kemudian melakukan analisis kebutuhan sistem dimana analisis ini sangat perlu

dilakukan untuk menentukan spesifikasi kebutuhan sebuah sistem, adapun analisis kebutuhan sistem ini terdiri dari analisis kebutuhan *hardware* dan analisis kebutuhan *software*.

Implementasi merupakan tahap pengimplementasian jaringan yang telah didesain sebelumnya sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan dengan melakukan konfigurasi serta pengujian terhadap dua metode yaitu *simple queue* dan *queue tree*. Kemudian melakukan analisis perbandingan dua metode manajemen jaringan, dimana hasilnya dilihat dari pengukuran parameter QoS yang terdiri dari *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Tahap terakhir melakukan pelaporan dari hasil analisis dua metode tersebut.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMKN 1 Al Mubarkaya, yang beralamat di Jl. Kayee Lee-Peukan Bileue, Desa Kayee Lee, Kec. Ingin Jaya, Kab. Aceh Besar.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan mulai dari Maret s.d Juni 2023 dengan pembagian jadwal seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan/Minggu															
		Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan Data	■	■	■	■												
2	Pengujian Sebelum Manajemen <i>Bandwidth</i>	■	■	■	■												
3	Menyusun Proposal				■												
4	Seminar Proposal					■											
5	Revisi						■	■	■								
6	Pengujian Setelah Manajemen <i>Bandwidth</i>									■	■	■	■				
7	Penyusunan Tugas Akhir											■	■	■	■	■	■
8	Sidang Tugas Akhir															■	■
9	Revisi Tugas Akhir																■

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Adapun Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Peneliti melakukan observasi langsung ke lapangan guna untuk mengumpulkan data dengan mengamati bagaimana topologi, system jaringan dan melakukan pengukuran *bandwidth meter* serta data *QoS* yaitu parameter *delay*, *packet loss* dan *throughput*, peneliti juga bertanya langsung kepada staf IT tentang bagaimana topologi dan system yang digunakan dalam manajemen *bandwidth* sebelumnya guna mencari solusi terbaik untuk mengoptimalkan jaringan internet di SMKN 1 Al Mubarkaya.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah satu metode untuk mengumpulkan data, di mana teori-teori didapatkan dari buku, jurnal, skripsi, dan hasil penelitian lainnya yang terkait dengan penelitian ini. Dalam hal ini, penulis membaca buku, jurnal dan artikel sebagai referensi dalam mengumpulkan informasi- informasi yang diperlukan.

3.4 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem merupakan analisis yang perlu dilakukan untuk menentukan spesifikasi untuk kebutuhan sebuah sistem. Spesifikasi meliputi elemen atau komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan untuk sebuah sistem yang akan dibangun sampai dengan tahap implementasi sistem tersebut. Selain itu, spesifikasi masukan sistem, keluaran sistem, dan proses yang diperlukan untuk memproses masukan untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan semuanya diidentifikasi melalui analisis kebutuhan ini.

3.4.1 Analisis Kebutuhan *Hardware*

Untuk melakukan manajemen *bandwidth* diperlukan spesifikasi perangkat jaringan tertentu. Spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini tercantum pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kebutuhan *Hardware*

Perangkat	Spesifikasi
Mikrotik	RB951Ui-2HnD
Swieth	TP-Link 24-Port Gigabit Switch
Komputer	Lenovo All in One, Core i3, Windows 10
Kabel LAN	UTP Cat5

3. 4.2 Analisis Kebutuhan *Software*

Adapun keperluan *software* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada table 3.3.

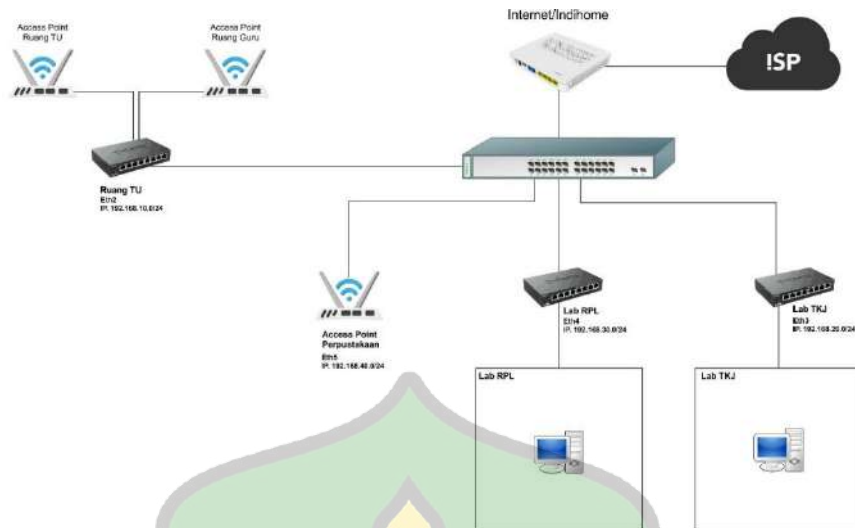
Tabel 3.3 Kebutuhan *Software*

Software	Spesifikasi
Windows	Windows 10
Winbox	Versi 3.37
Wireshark	Versi 3.6.13

3. 4.3 Sistem yang Berjalan

Saat ini jaringan di SMKN 1 Al Mubarkeya belum ada penerapan manajemen *bandwidth*, sehingga penggunaan internet masih dibebaskan, kecepatan *bandwidth* yang dimiliki oleh SMKN 1 Al Mubarkeya adalah 100 Mbps, meskipun *bandwidth* yang dimiliki sebesar itu sewaktu-waktu bisa terjadi lambat karena *bandwidth* akan dibagi otomatis dimana peengguna yang terlebih dahulu melakukan download, upload dan browsing akan mendapatkan kecepatan lebih.

Topologi jaringan yang digunakan di SMKN 1 Al Mubarkeya jenis topologi *star*, dimana topologi *star* mudah diinstalasi karena setiap komputer hanya menggunakan satu kabel jaringan saja, jika salah satu komputer mengalami kerusakan maka komputer lain tidak berpengaruh, topologi *star* mengutamakan server sebagai pusat kontrolnya. Adapun perangkat jaringan yang digunakan saat ini sangat sederhana, pembagian jaringan dari ISP hanya menggunakan sebuah *switch*, seperti yang terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Topologi jaringan saat ini

3.4.4 Sistem yang diusulkan

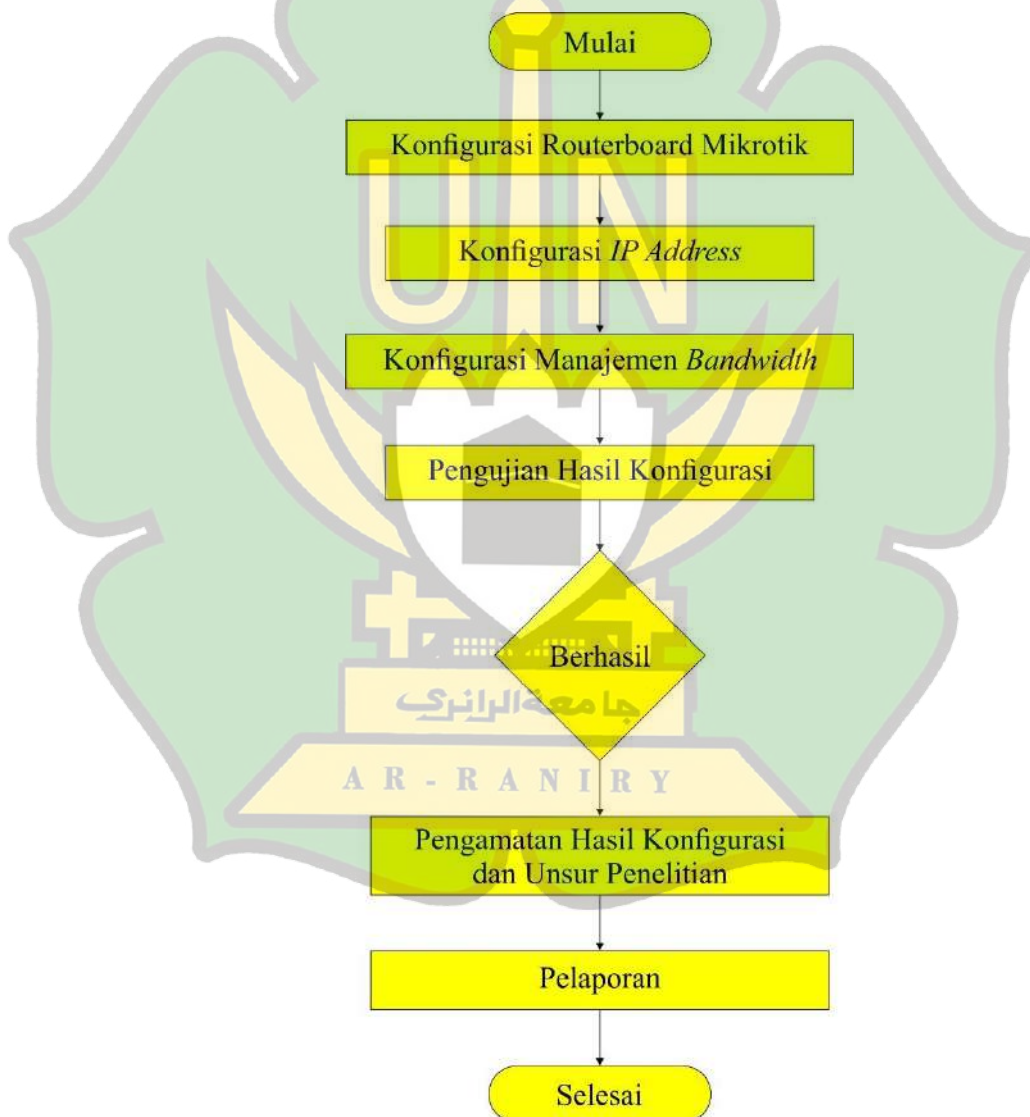
Sistem jaringan yang diusulkan di SMKN 1 AL MUBARKEYA yaitu dengan menambahkan perangkat jaringan berupa *Routerboard* mikrotik dan menerapkan manajemen *bandwidth* dengan menerapkan metode *simple queue* dan *queue tree* serta memberikan alamat IP Adress untuk setiap *interface*. Topologi jaringan tetap menggunakan topologi yang sedang berjalan, seperti yang terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Topologi yang diusulkan

3.4.5 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur dalam penelitian ini, dimana tahap pertama yang perlu dilakukan adalah melakukan konfigurasi routing dinamis kemudian dilanjutkan dengan pengaturan *IP Address* pada setiap *interface*, selanjutnya melakukan konfigurasi manajemen *bandwidth* setelah semuanya selesai dilanjutkan dengan pengujian, jika pengujian tidak berhasil maka akan melakukan konfigurasi routing dinamis kembali, jika berhasil maka akan dilanjutkan pada tahap pengamatan hasil konfigurasi dan tahap paling akhir adalah pelaporan hasil sebagaimana yang terlihat pada langkah-langkah yang terdapat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Alur penelitian

3.4.6 Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian sistem penulis melakukan pengujian dengan 3 kategori, pertama pengujian dilakukan tanpa manajemen *bandwidth*, kedua pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *simple queue* dan ketiga dilakukan dengan menggunakan metode *queue tree*.

3.4.6.1 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan di 4 ruangan yaitu pada ruangan Tata Usaha, Lab TKJ, Lab RPL dan Perpustakaan dengan jumlah *client* pada ruang Tata Usaha sebanyak 5 *client*, Lab TKJ 16 *client*, Lab RPL 16 *client* dan Perpustakaan sebanyak 5 *client*, dimana pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan pada setiap ruangan mulai dari pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB guna untuk mengetahui perbedaan *throughput*, *delay* dan *packet loss* dalam waktu yang berbeda. Percobaan 1 sampai dengan percobaan 5 dilakukan pada pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 12.00 WIB, sedangkan percobaan 6 sampai dengan percobaan 10 dilakukan pada pukul 12.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *tools cmd (command prompt)* dan aplikasi *wireshark versi 3.6.13*. Pengujian dilaksanakan dengan melakukan ping ke server *google* dengan perintah **ping google.com -t**. ping dilakukan secara bersamaan serta semua *client* dalam kondisi aktif melakukan *browsing*, seperti terlihat pada gambar 3.5.


```

C:\Windows\system32\cmd.exe - ping google.com -t
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.2965]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

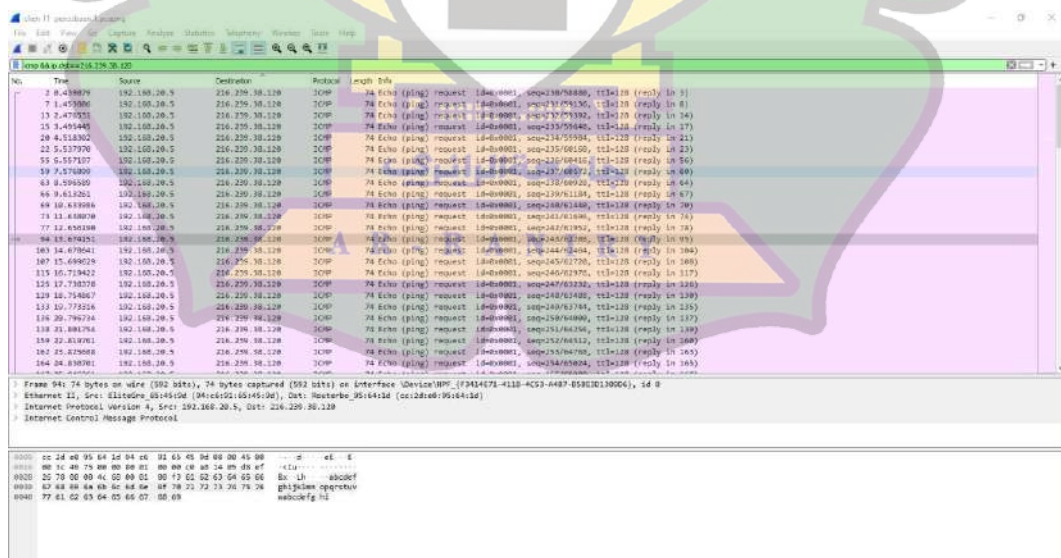
C:\Users\Khairun Ardiansyah>ping google.com -t

Pinging forcesafesearch.google.com [216.239.38.120] with 32 bytes of data:
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=58ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=153ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=76ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=94ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=193ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=153ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=134ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=78ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=52ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=62ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=82ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=38ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=49ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=85ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=31ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=32ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=48ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=112ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=72ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=50ms TTL=57

```

Gambar 3.5 Hasil Ping ke google.com

Berdasarkan gambar 3.5 bahwa ping berhasil dilakukan ditandai dengan *respond* dari *webserver google.com*. Penggunaan parameter *-t* adalah untuk melakukan perintah ping terus menerus pada sebuah *host*. Setelah dilakukan ping ke *google.com*, kemudian dilakukan monitoring dengan membuka aplikasi *wireshark*, seperti terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Monitoring dengan wireshark

Berdasarkan gambar 3.6 bahwa terlihat hasil dari monitoring jaringan menggunakan *wireshark* dengan lama waktu 30 detik, data yang tampil adalah data dari hasil seleksi ping ke *google.com* melalui protokol ICMP. *Source* 192.168.10.5 merupakan IP perangkat yang melakukan ping, sedangkan *destination* dengan alamat IP 216.239.38.120 adalah IP Server *google*.



BAB IV

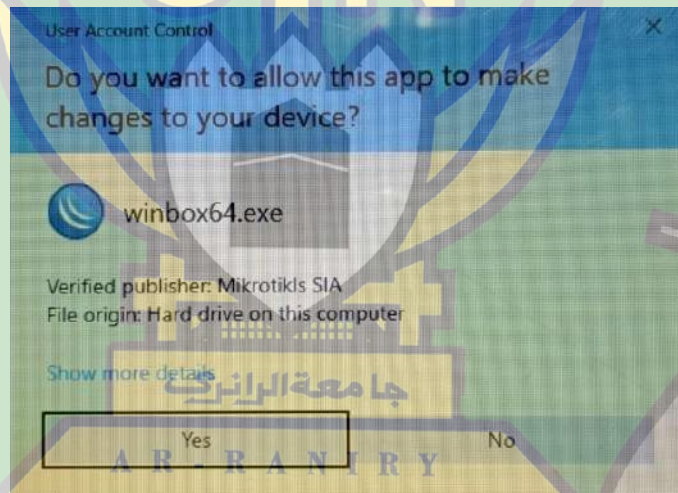
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini meliputi pembahasan hasil konfigurasi manajemen *bandwidth* dan pengujian jaringan menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* pada mikrotik SMKN 1 Al Mubarkeya.

4.1 Persiapan Pemasangan Aplikasi

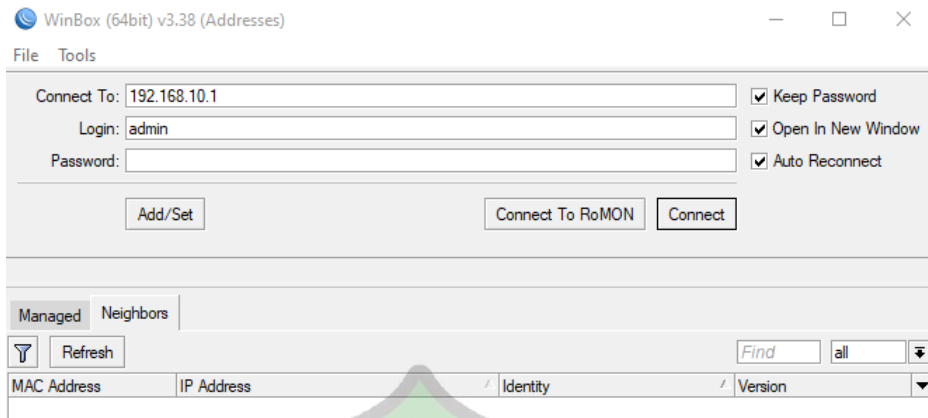
Sebelum melakukan konfigurasi pada mikrotik terlebih dahulu melakukan pemasangan sebuah aplikasi yang dapat mempermudah konfigurasi, dalam hal ini penulis menggunakan *winbox*. Aplikasi *winbox* bisa di *download* melalui link <https://mikrotik.com/download> atau melalui beberapa situs lain. Setelah berhasil di *download* jalan aplikasi *winbox*.

1. Klik *run*, seperti yang terlihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 *Running winbox*

2. Login menggunakan *IP address* atau *Mac Address* mikrotik yang akan digunakan dengan mengisi *username* admin dan *password* dikosongkan (*default*), lalu klik *Connect*, seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Login Aplikasi Winbox

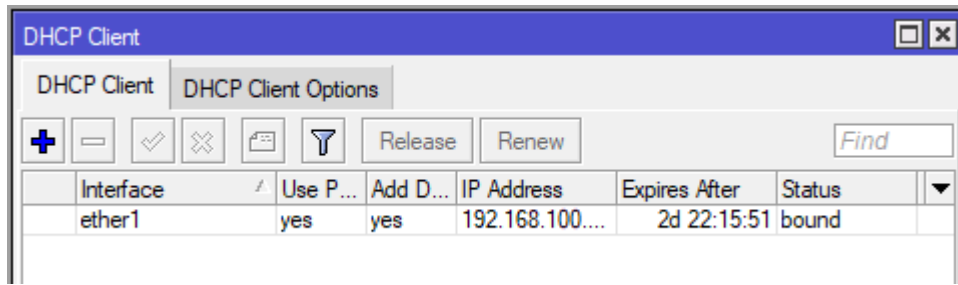
4.2 Konfigurasi Routerboard Mikrotik

1. Pada menu IP pilih DHCP Client, kemudian klik tanda (+) untuk menambahkan *dhcp client*, pada *interface* pilih *ether1* karena sumber internet berada pada *ether1*, klik *apply* dan ok, seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Menambahkan *DHCP Client Ether1*

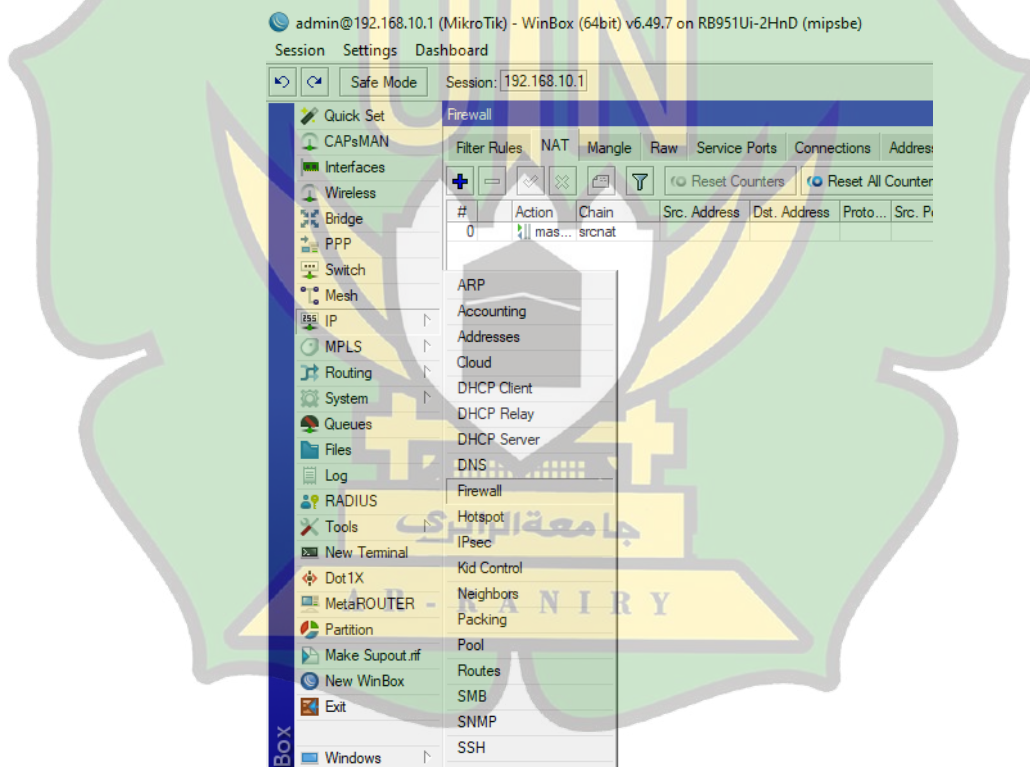
2. Berikut hasil konfigurasi *DHCP Client*, jika status tertulis *bound* dan IP address sudah terisi, maka Mikrotik sudah dapat terkoneksi ke internet. Seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Status *DHCP Client Ether1*

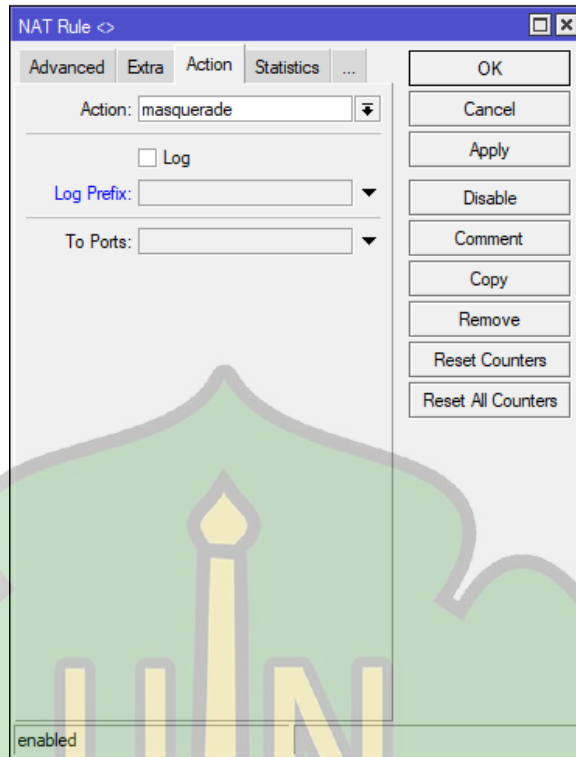
4.3 Konfigurasi *Network Address Translation (NAT)*

1. Pilih menu IP lalu pilih *firewall*, kemudian pilih tab NAT dan klik tanda (+) untuk menambahkan NAT yang akan dilakukan konfigurasi, seperti pada gambar 4.5.

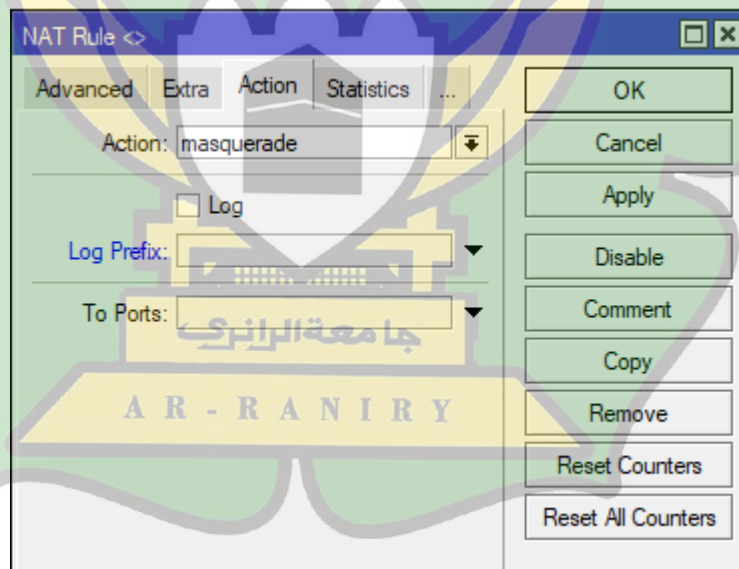


Gambar 4.5 Konfigurasi NAT

2. Pada tampilan gambar 4.6 klik tab *General*, pilih *Chain=srcnat*, *Out. Interface=ether1*, kemudian klik tab *action*, pilih *Action=masquerade* seperti terlihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.6 New NAT Rule



Gambar 4.7 Action NAT

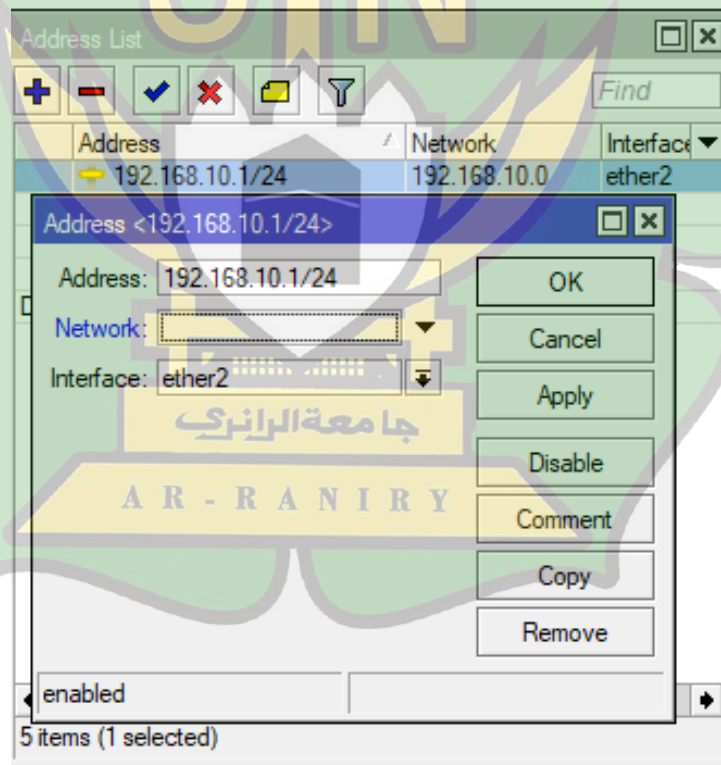
4.4 Konfigurasi IP Client

Setelah *router* mikrotik berhasil terhubung ke internet, maka internet tersebut juga harus bisa tersalurkan ke *client* yaitu caranya dengan menambahkan IP pada *router*.

1. Pilih menu IP lalu pilih *Address*, setelah itu akan tampil *Address List* seperti pada gambar 4.8, kemudian klik tanda (+) untuk menambahkan, disini penulis menggunakan IP *Address* kelas C yaitu 192.168.10.1/24 pada *Interface ether2*, kemudian *Apply* dan *OK*, seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.8 Address List



Gambar 4.9 Address List Ether2

- Lakukan langkah-langkah yang sama untuk mengkonfigurasi alamat IP pada Interface *ether3*, *ether4* dan *ether5*, sehingga hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.10.

Address	Network	Interface
192.168.100.235/24	192.168.100.0	ether1
192.168.10.1/24	192.168.10.0	ether2
192.168.20.1/24	192.168.20.0	ether3
192.168.30.1/24	192.168.30.0	ether4
192.168.40.1/24	192.168.40.0	ether5

Gambar 4.10 List IP Address

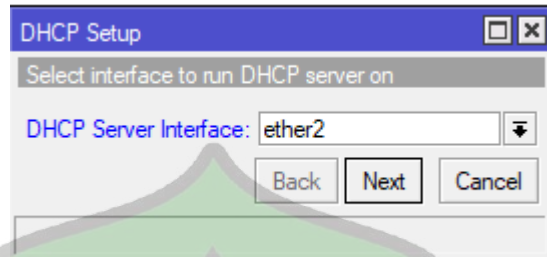
4.5 Konfigurasi DHCP Server

- Konfigurasi DHCP Server bisa dilakukan pada menu IP – DHCP Server - klik DHCP Setup, seperti pada gambar 4.11.

Interface	Relay	Lease Time	Address Pool	Add AR...
ether2		00:10:00	dhcp_pool0	no
ether3		00:10:00	dhcp_pool1	no
ether4		00:10:00	dhcp_pool2	no
ether5		00:10:00	dhcp_pool3	no

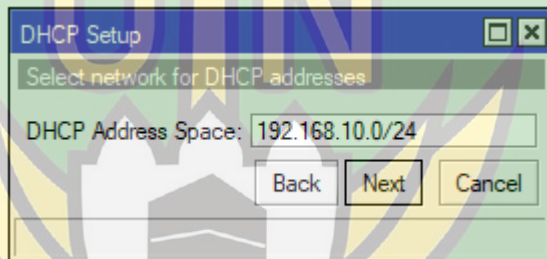
Gambar 4.11 Konfigurasi DHCP ether2

- Setelah diklik *DHCP Setup* akan menampilkan kotak-kotak berupa dialog, langkah selanjutnya menentukan *interface* yang aktif untuk *DHCP Server*, pada konfigurasi ini yang diaktifkan sebaga *DHCP server* adalah pada *ether2*, kemudian klik *next*, seperti pada gambar 4.12.



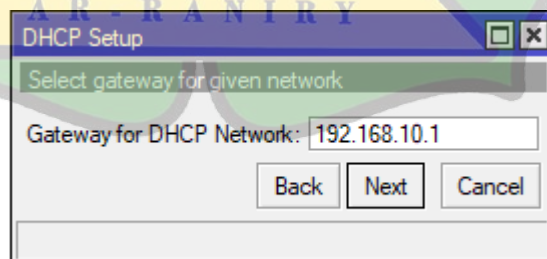
Gambar 4.12 *DHCP Server* pada *ether2*

- Setelah klik *next* pada tahap sebelumnya akan tampil seperti gambar 4.13 dimana *DHCP Server Space* sudah otomatis terisi karena mengambil IP yang sesuai dengan *segment*.



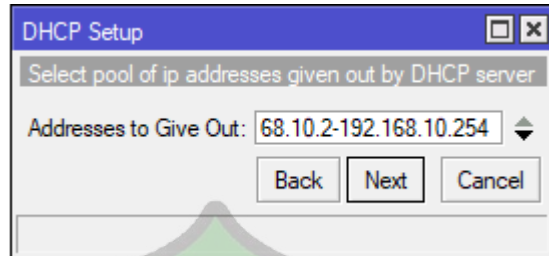
Gambar 4.13 *DHCP Address Space Ether2*

- Selanjutnya menentukan *IP Address* untuk digunakan sebagai *default-gateway* oleh *DHCP Client* nantinya. Secara otomatis akan menggunakan *IP Address* yang sudah ada pada *interface ether2*, seperti pada gambar 4.14.



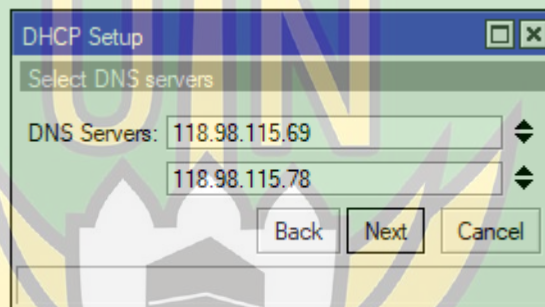
Gambar 4.14 *Gateway DHCP Network ether2*

- Menentukan IP *Address* yang akan diberikan kepada *client*, kemudian *wizard* akan mengisi Host IP secara otomatis pada *sagment* yan telah dipakai, seperti pada gambar 4.15.



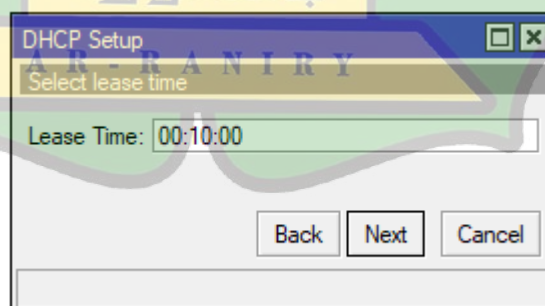
Gambar 4.15 Address to Give Out ether2

- Kemudian DHCP *client* akan meminta DNS ke *server*, secara otomatis *wizard* akan menampilkan informasi *setting* DNS yang telah dibuat pada menua IP-DNS, seperti pada gambar 4.16.



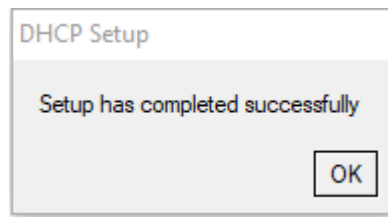
Gambar 4.16. DNS Server ether2

- Langkah terakhir adalah menentukan *Lease Time* yaitu batas peminjaman IP kepada *client*, seperti pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Lease Time

- Gambar 4.18 merupakan tampilan pesan bahwa konfigurasi DHCP sudah selesai.



Gambar 4.18 DHCP Completed ether2

- Lakukan langkah-langkah yang sama untuk mengkonfiguarsi DHCP Server pada Interface ether3, ether4 dan ether5, sehingga hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.19.

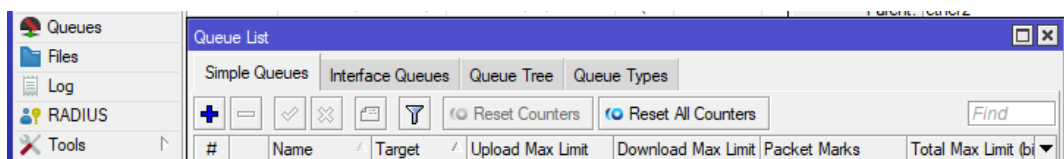
Name	Interface	Relay	Lease Time	Address Pool	Add AR...
dhcp1	ether2		00:10:00	dhcp_pool4	no
dhcp2	ether3		00:10:00	dhcp_pool1	no
dhcp3	ether4		00:10:00	dhcp_pool2	no
dhcp4	ether5		00:10:00	dhcp_pool3	no

Gambar 4.19 List DHCP Server

4.6 Konfigurasi Simple Queue pada Mikrotik

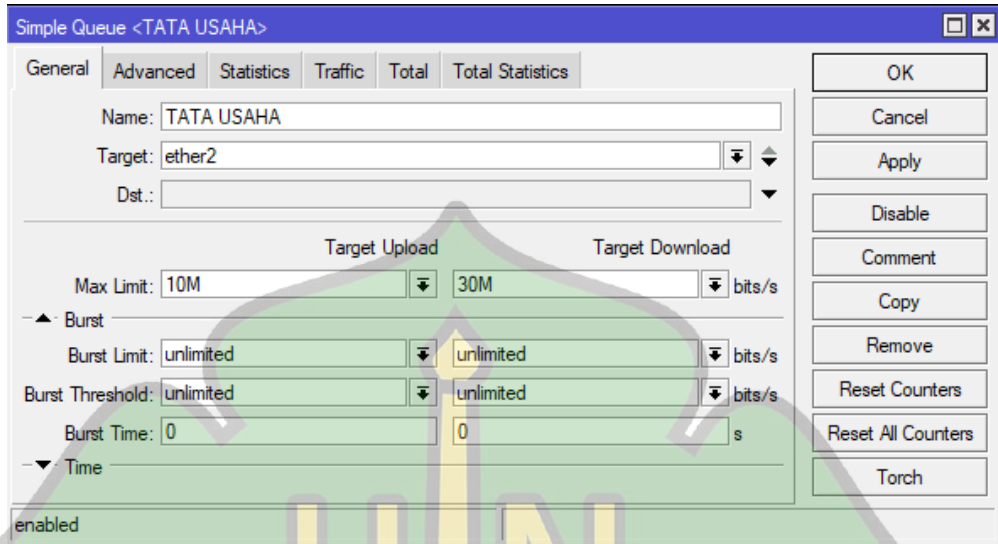
Simple queue merupakan salah satu metode yang sangat sederhana dalam melakukan manajemen bandwidth dimana user bisa melimit bandwidth mulai dari skala kecil hingga skala menengah, pelimitan upload dan download pada simple queue juga bisa dilakukan secara terpisah atau juga bisa dilakukan sekaligus dengan menggunakan menu total. Berikut ini langkah-langkah konfigurasi simple queue:

- Pilih queues, kemudian pilih simple queues seperti yang terlihat pada gambar 4.20.



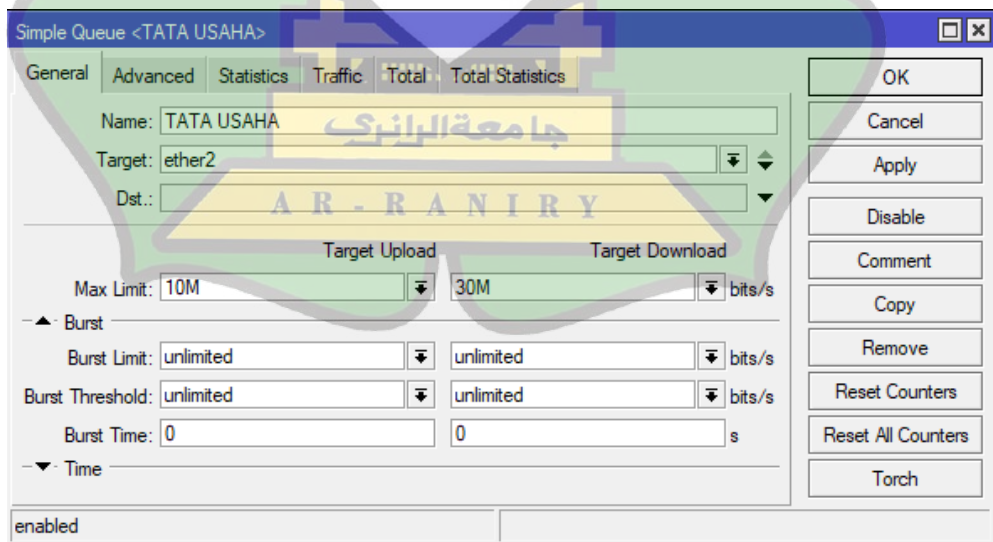
Gambar 4.20 Queue list simple queue

2. Membuat *parent* untuk melakukan pembagian *upload* dan *download* dengan nama *parent* TATA USAHA dan target *ether2*, semua pengguna yang terkoneksi melalui *ether2* akan dilimitasi, seperti pada gambar 4.21.



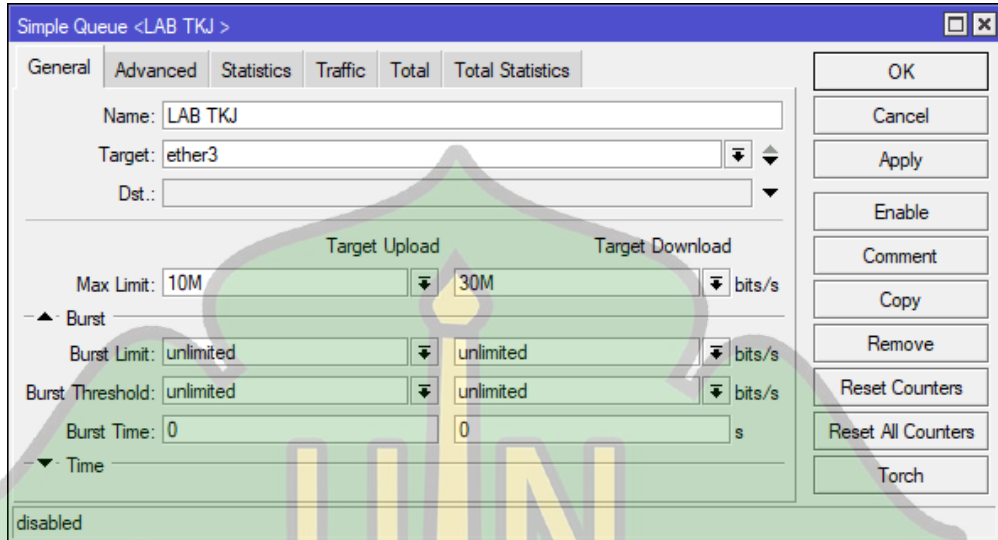
Gambar 4.21 Name dan Target Simple Queue

3. Melakukan limitasi maksimal *upload* dan *download* pada parameter target *upload* dan target *download* dimana *Max Limit Upload* : 10 Mbps dan *Max Limit Download* : 30 Mbps. Dengan pengaturan tersebut setiap *client* yang mengakses melalui *ether2* akan mendapatkan kecepatan maksimal *upload* 10 Mbps dan maksimal *download* 30 Mbps. Seperti pada gambar 4.22.



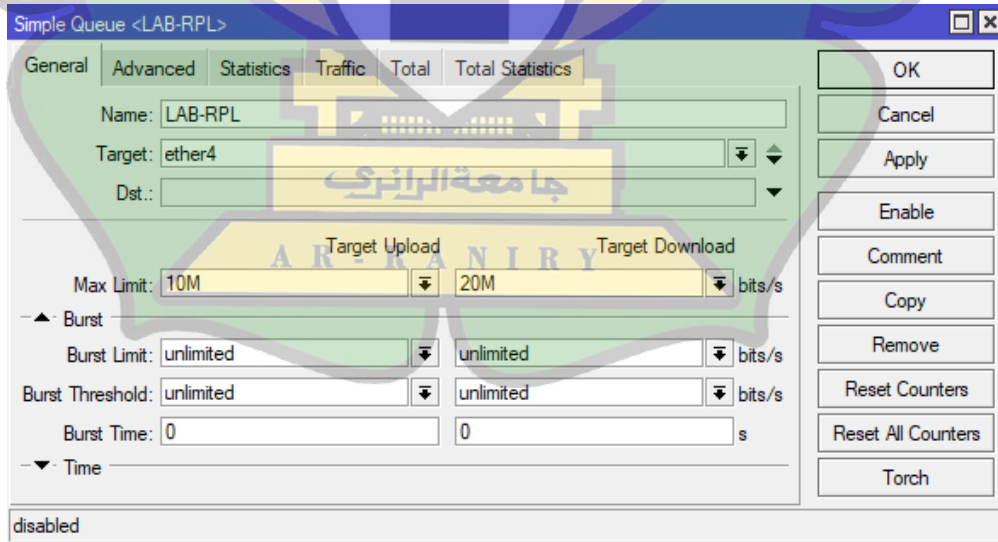
Gambar 4.22 Target Upload dan Donwload Simple Queue

4. Kemudian melakukan konfigurasi yang sama untuk membuat list *simple queue* baru, dimana penulis membuat list *simple queue* untuk Lab TKJ, target *ether3* dengan Target *Upload Max Limit* : 10 Mbps dan Target *Download Max Limit*: 30 Mbps. seperti pada gambar 4.23.



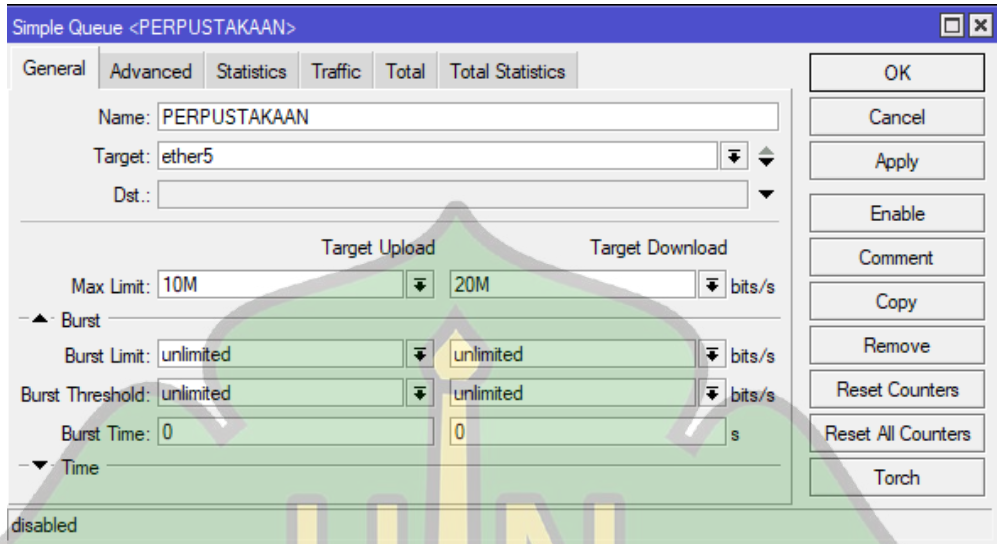
Gambar 4.23 *Simple Queue* Lab TKJ

5. Konfigurasi *simple queue* untuk Lab RPL, target menggunakan *ether4* dimana *Max Limit Upload* : 10 Mbps dan *Max Limit Download* : 20 Mbps, seperti pada gambar 4.24.



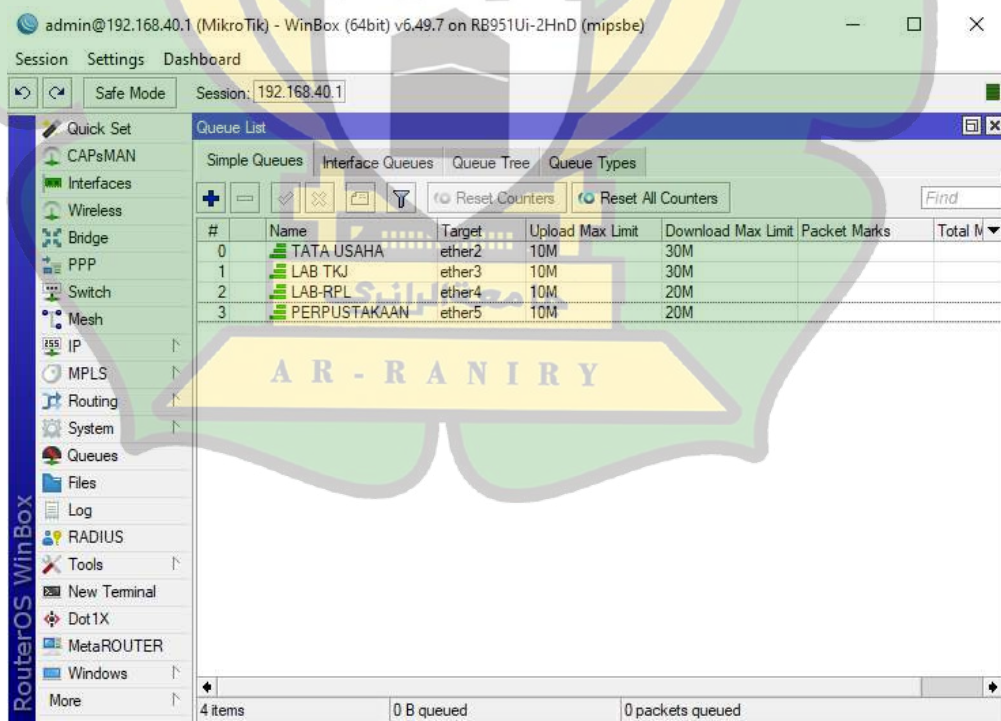
Gambar 4.24 *Simple Queue* Lab RPL

6. Konfigurasi *simple queue* untuk PERPUSTAKAAN, target menggunakan *ether 5* dimana *Max Limit Upload* : 10 Mbps dan *Max Limit Download* : 20 Mbps, seperti pada gambar 4.25.



Gambar 4. 25 *Simple Queue* Perpustakaan

7. Berikut, *list simple queue* yang telah dilakukan konfigurasi, seperti pada gambar 4.26.

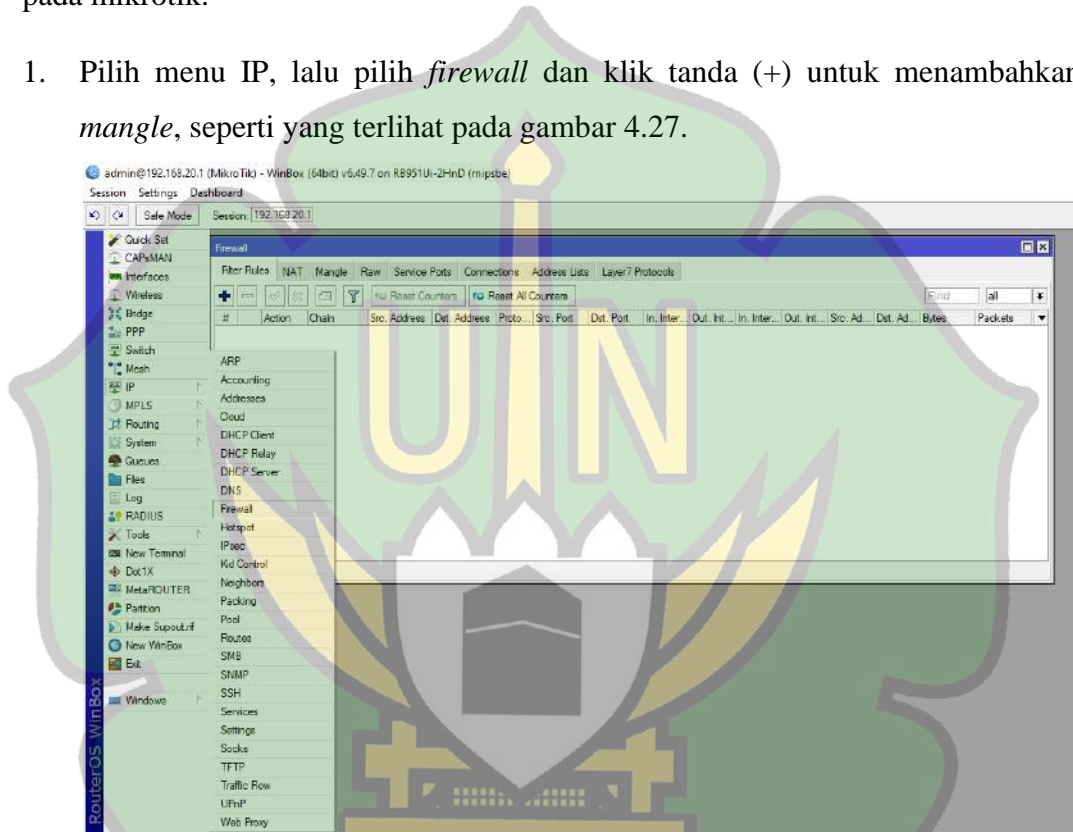


Gambar 4.26 *List Simple Queue*

4.7 Konfigurasi *Mangle* pada Mikrotik

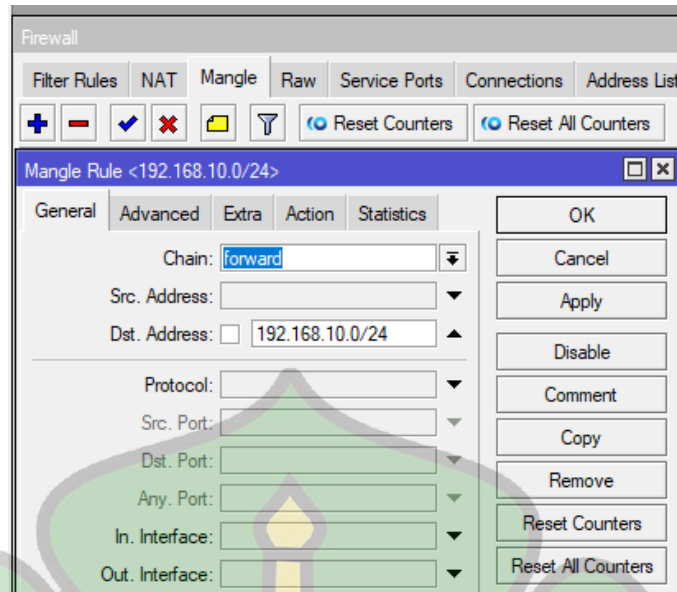
Protokol yang digunakan dapat membedakan antara *traffic upload* dan *download*. Hal ini dilakukan dengan fitur *mangle*, yang dapat digunakan untuk menandai (*marking*) paket data berdasarkan *port*, *protocol*, *src* dan *dst address* serta parameter lain yang diperlukan. *Mangle* ini akan dapat membedakan antara *traffic upload* dan *download*. Berikut adalah langkah-langkah untuk menambah *mangle* pada mikrotik.

1. Pilih menu IP, lalu pilih *firewall* dan klik tanda (+) untuk menambahkan *mangle*, seperti yang terlihat pada gambar 4.27.



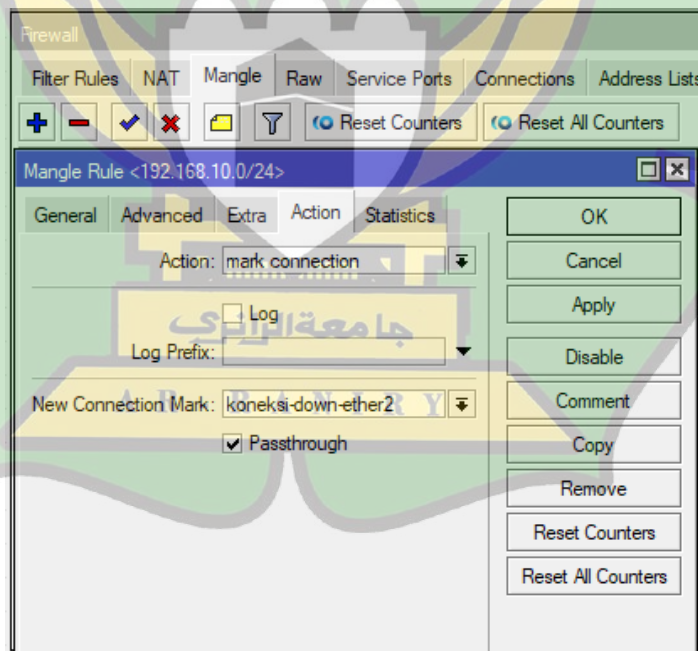
Gambar 4.27 Menambahkan *Mangle*

2. Langkah selanjutnya membuat *mangle Download*, pada tab *general* isikan *chain* = *forward*, pada *dst. Address* isikan *network IP* dengan 192.168.10.0/24, seperti pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 General-Mark Connection Download

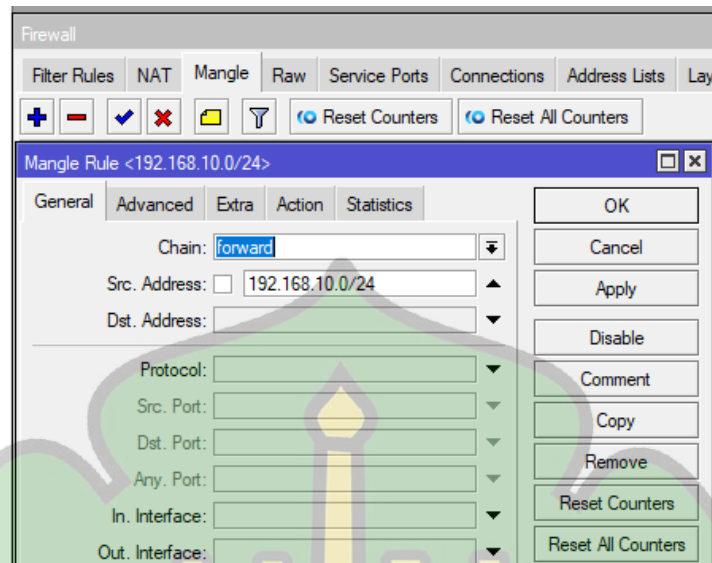
3. Pada tab *action* pilih *action=mark connection*, untuk *New Connection Mark* tulis nama sesuai dengan keinginan agar mudah diingat, disini penulis menggunakan *koneksi-down-ether2*, kemudian klik *Apply* dan klik *OK*, seperti pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Action- Mark Connection Download

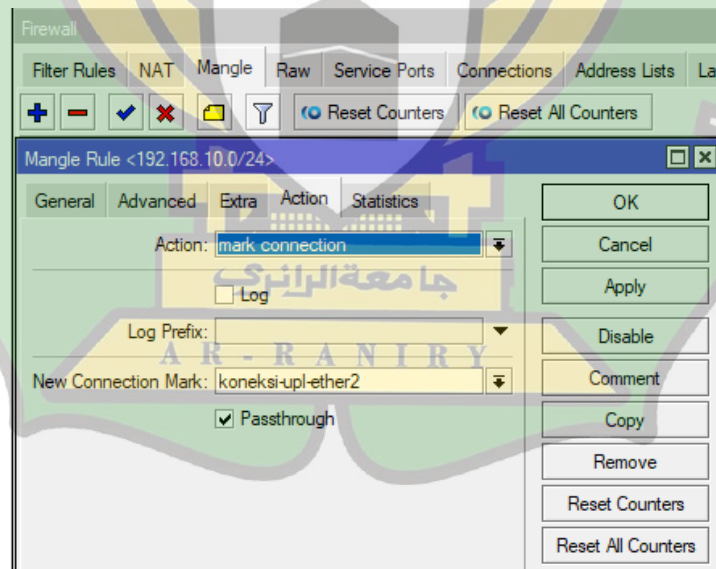
4. Langkah selanjutnya adalah membuat *Mark Connection* untuk *upload* dengan langkah yang sama seperti pada gambar 4.12, pada tab *general* untuk *chain*

pilih *forward*, pada *Src. Address* isi *network IP* dengan 192.168.10.0/24. Seperti pada gambar 4.30.



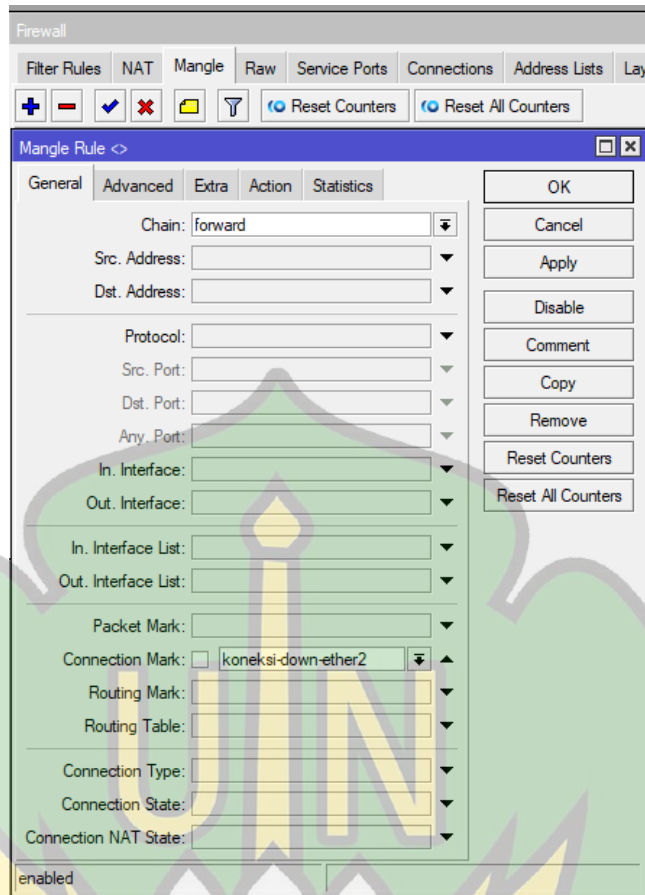
Gambar 4.30 *General-Mark Connection Upload*

5. Pada tab *action* pilih *action=mark connection*, untuk *New Connection Mark=koneks-upl-ether2*, kemudian klik *Apply* dan klik *OK*, seperti pada gambar 4.31.



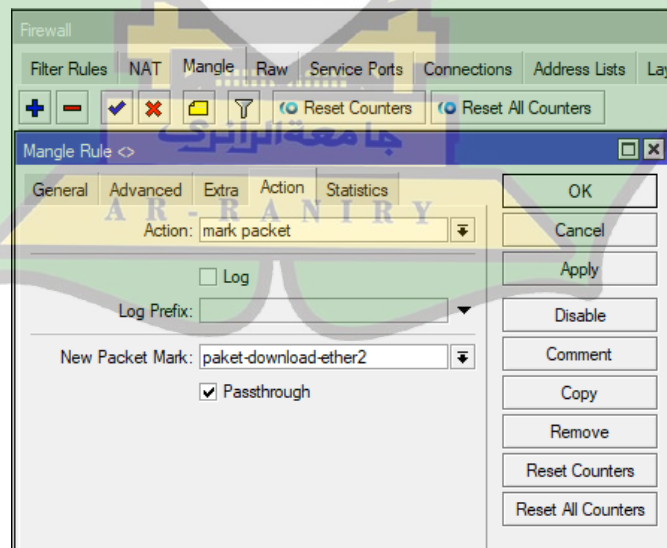
Gambar 4. 31 *Action- Mark Connection Upload*

6. Kemudian membuat *mark packet*, pada tab *general* isi *chain* dengan pilihan *forward*, *connection mark* pilih *koneksi-down-ether2* (sesuai dengan *mark connection* yang telah dibuat), seperti pada gambar 4.32.



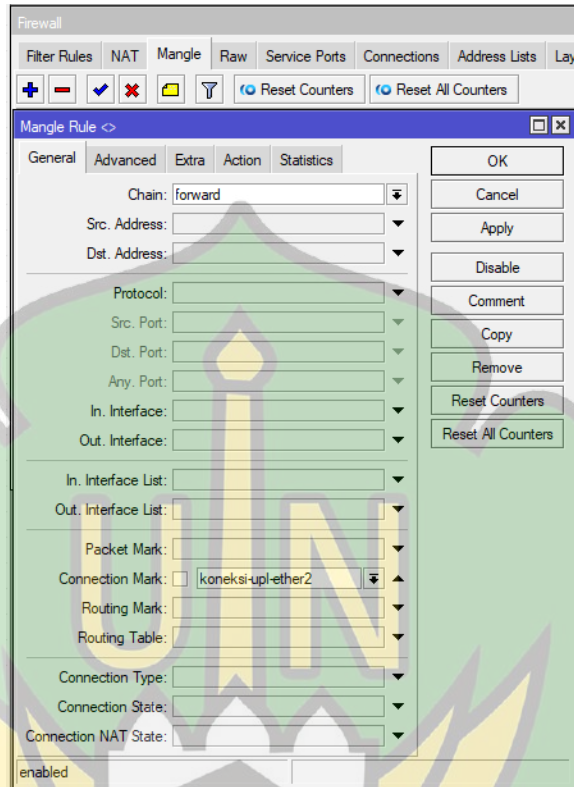
Gambar 4.32 *General-Packet Mark Download*

7. Pada tab *Action* pilih *Action=mark packet*, untuk *New Packet Mark= paket-download-ether2*, kemudian klik *Apply* dan klik *OK*, seperti pada gambar 4.33.



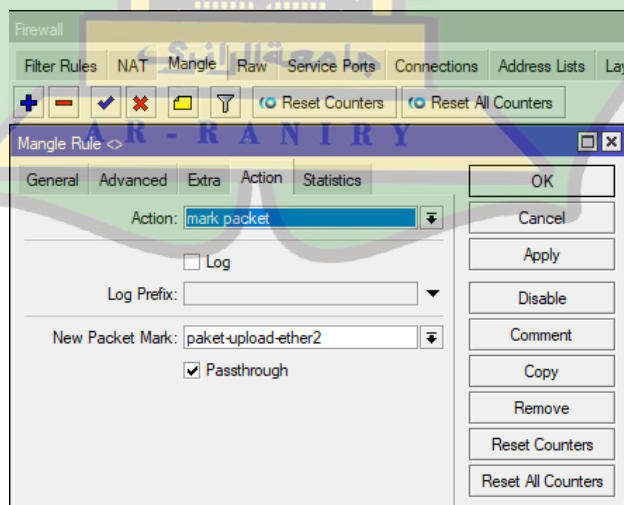
Gambar 4.33 *Action-Packet Mark Download*

8. Selanjutnya, membuat *mark packet* untuk *upload*, pada tab *general* isi *chain* dengan pilihan *forward*, *connection mark* pilih *koneksi-upl-ether2* (sesuai dengan *mark connection* yang telah dibuat), seperti pada gambar 4.34.



Gambar 4.34 *General-Packet Mark Upload*

9. Pada tab *Action* pilih *Action=mark packet*, untuk *New Packet Mark= paket-upl-ether2*, kemudian klik *Apply* dan klik *OK*, seperti pada gambar 4.35.



Gambar 4.35 *Action-Packet Mark Upload*

- Lakukan langkah-langkah yang sama untuk membuat *mangle* pada *ether3*, *ether4* dan *ether5*, yang membedakannya hanya pada penamaan *mark connection* dan *mark packet* saja. Hasil konfigurasi *mangle download* dan *upload* pada setiap *interface* seperti terlihat pada gambar 4.36.

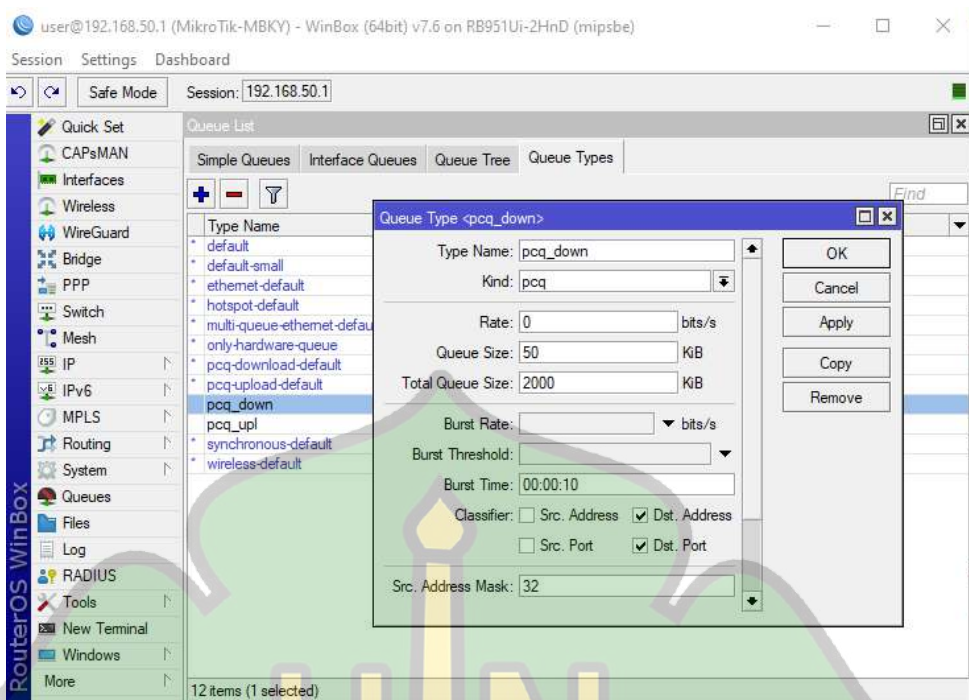
#	Action	Chain	Src. Address	Proto	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	In. Inter...	Out. Int...	Src. Ad...	Dst. Ad...	Bytes	Packets	Dst. Address
0	KONEKSI DOWNLOAD ETH 2	mar...		forward									401.1 MB	547 700	192.168.10...
1	PAKET DOWNLOAD ETH 2	mar...		forward									846.3 MB	1 044 077	
2	KONEKSI UPLOAD ETH 2	mar...	192.168.10...	forward									1515.3 MB	1 266 822	
3	PAKET UPLOAD ETH 2	mar...		forward									1935.4 MB	1 866 929	
4	KONEKSI DOWNLOAD ETH 3	mar...		forward									233.2 MB	298 302	192.168.20...
5	PAKET DOWNLOAD ETH 3	mar...		forward									289.0 MB	415 625	
6	KONEKSI UPLOAD ETH 3	mar...	192.168.20...	forward									424.9 MB	417 990	
7	PAKET UPLOAD ETH 3	mar...		forward									424.9 MB	417 954	
8	KONEKSI DOWNLOAD ETH 4	mar...		forward									38.1 KB	89	192.168.30...
9	PAKET DOWNLOAD ETH 4	mar...		forward									41.0 KB	127	
10	KONEKSI UPLOAD ETH 4	mar...	192.168.30...	forward									18.0 KB	86	
11	PAKET UPLOAD ETH 4	mar...		forward									18.0 KB	86	
12	KONEKSI DOWNLOAD ETH 5	mar...		forward									177.6 MB	208 691	192.168.40...
13	PAKET DOWNLOAD ETH 5	mar...		forward									177.6 MB	208 694	
14	KONEKSI UPLOAD ETH 5	mar...	192.168.40...	forward									182.8 MB	206 241	
15	PAKET UPLOAD ETH 5	mar...		forward									182.7 MB	205 078	

Gambar 4.36 List Mangle

4.8 Konfigurasi Queue Type pada Mikrotik

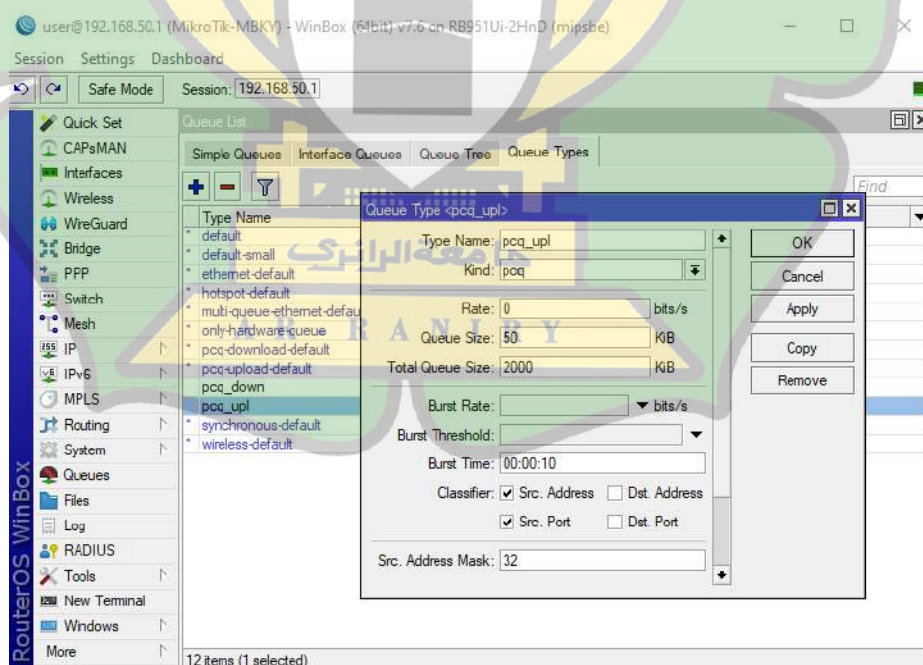
Queue type difungsikan untuk memilih *type queue* yang bisa dibuat secara khusus dibagian *queue types*, dimana penulis menggunakan PCQ untuk arah koneksinya, PCQ dapat membagikan *bandwidth* secara adil dan merata dan juga PCQ digunakan bersamaan dengan *queue tree*, Berikut merupakan langkah-langkah mengkonfigurasi *queue type* pada mikrotik:

- Langkah pertama pilih menu *queue*, lalu pilih tab *queue type*, klik tanda (+) untuk menambahkan, kemudian isikan *Type Name* : *pcq-download*, *kind* : *pcq*, klik centang *Dst. Address* dan *Dst. Port* pada *Classifire* (untuk *pcq download*), seperti yang terlihat pada gambar 4.37.



Gambar 4.37 *Pcq Download*

2. Selanjutnya membuat *pcq upload* dengan melakukan langkah-langkah yang sama, namun perbedaannya terletak pada *Type Name* dan *Classifire*, seperti pada gambar 4.38.

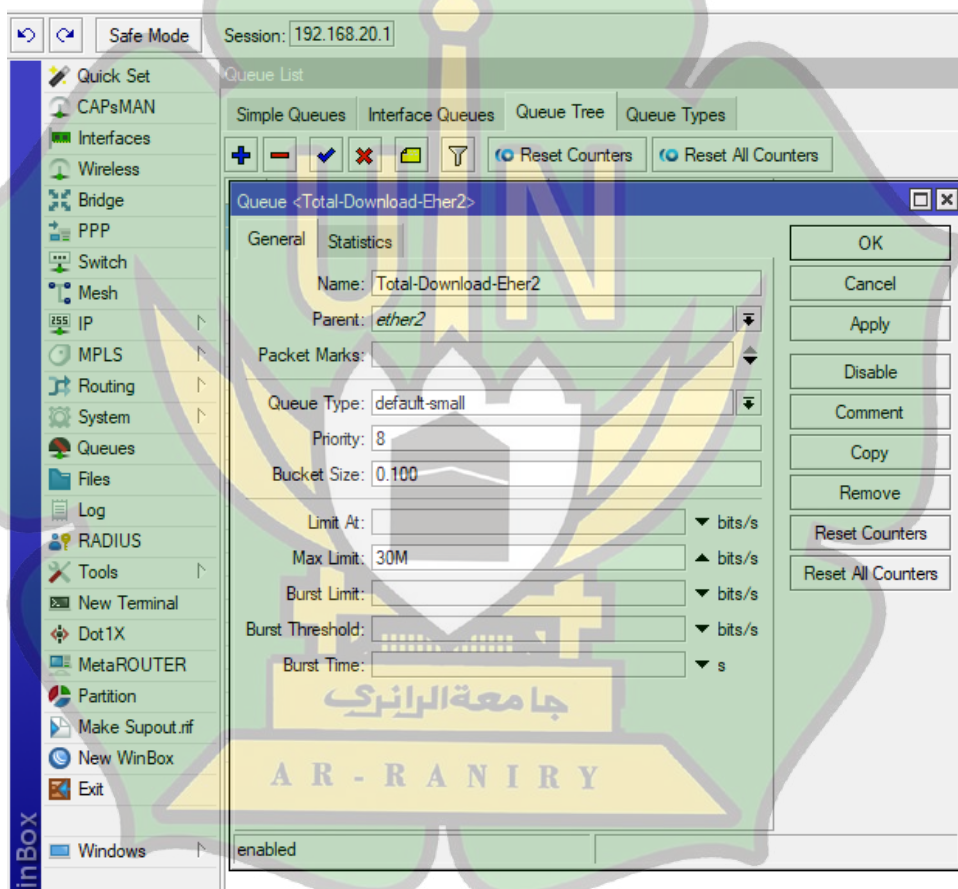


Gambar 4. 38 *Pcq Upload*

4.9 Konfigurasi *Queue Tree* pada Mikrotik

Berikut merupakan langkah-langkah mengkonfigurasi *queue tree* pada mikrotik:

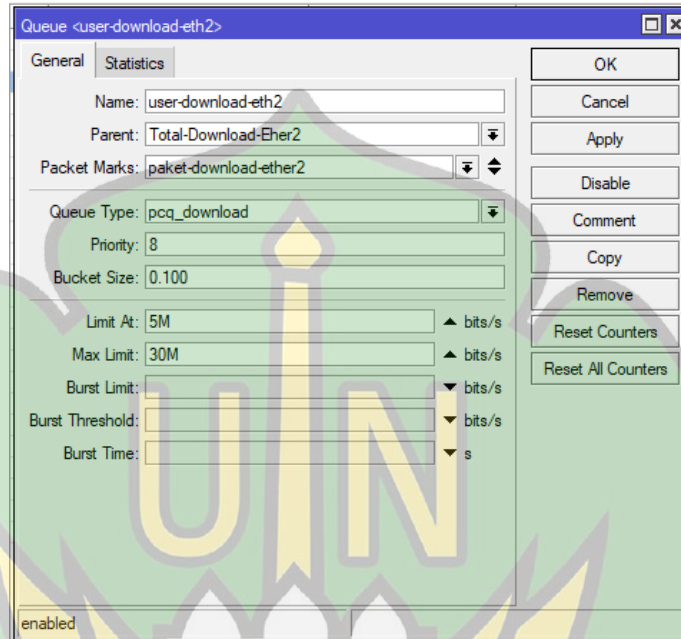
1. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah membuat *parent download*, Pilih menu IP lalu pilih tab *queue tree* kemudian klik tanda (+), untuk pertama penulis akan membuat *queue tree download*, selanjutnya pada tab *general* isikan *Name* : *Total-Download-Ether2*, untuk *parent* pilih *ether2* sebagai *interface* lokal yang akan dilimit, *Max Limit* : 30 Mbps (sesuai dengan maksimum *bandwidth* akan diberikan), seperti pada gambar 4.39.



Gambar 4.39 *Parent Queue Download*

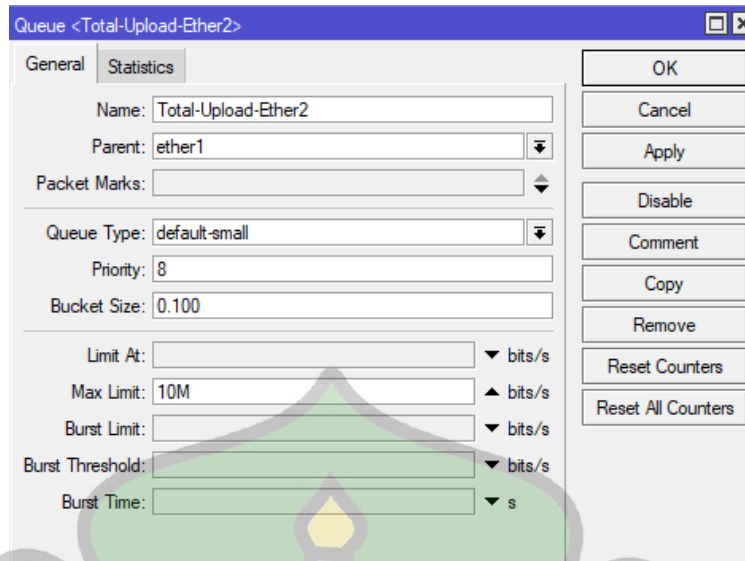
2. Kemudian membuat *child queue download*, langkahnya sama seperti *parent queue*, namun untuk *child queue* lebih dispesifikkan sesuai dengan *rule mangle* dan PCQ yang telah dibuat sebelumnya, pada tab *general* isikan *Name* : *user-download-eth2*, *parent* : *Total-Download-Ether2* (sesuaikan dengan *parent download* yang telah dibuat sebelumnya), *Packet Marks* : *paket-download-*

ether2 (sesuaikan dengan *packet mark download* yang telah dibuat sebelumnya), *Queue Type* : *pcq-download* (sesuaikan dengan *queue type download* yang telah dibuat sebelumnya), selanjutnya isikan *Limit At* dan *Max Limit Download* sesuai dengan keinginan administrator, seperti pada gambar 4.40.



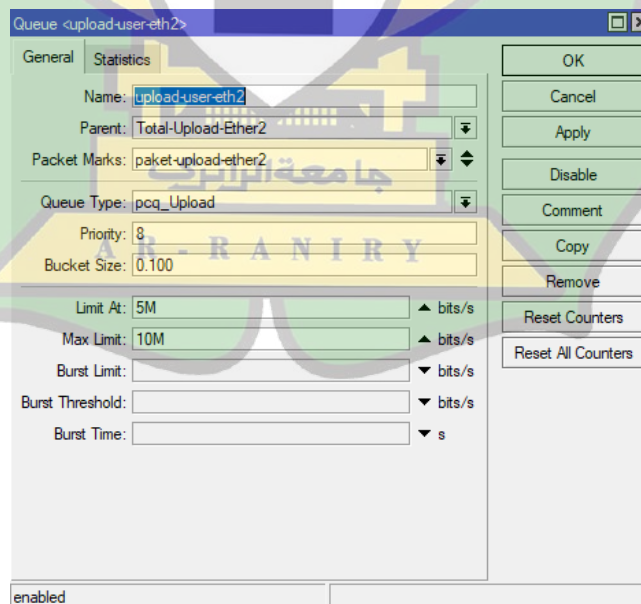
Gambar 4.40 Child Queue Download

3. Membuat *parent upload*, dimana langkahnya sama seperti langkah *parent download* diatas hanya saja perbedaanya terletak pada *Name* dan *interface parent*, *interface parent* yang dipilih untuk *Upload* adalah *ether1* karena merupakan *interface public*, selanjutnya isikan *Max Limit* sesuai dengan keinginan administrator, seperti pada gambar 4.41.



Gambar 4.41 Parent Queue Upload

4. Kemudian membuat *child queue upload*, langkah-langkahnya sama seperti pada *child queue download*, isikan Name : *upload-user-eth2*, parent : *Total-Upload-Ether2*, Packet Marks : *paket-upload-ether2* (sesuaikan dengan *parent upload* yang telah dibuat sebelumnya), Queue Type : *pcq-Upload* (sesuaikan dengan *queue type upload* yang telah dibuat sebelumnya), selanjutnya isikan *Limit At* dan *Max Limit Upload* sesuai dengan keinginan administrator, seperti pada gambar 4.42.



Gambar 4.42 Child Queue Upload

5. Selanjutnya, ulangi langkah-langkah yang telah dilakukan sebelumnya untuk membuat *parent* dan *child* pada *ether3*, *ether4* dan *ether5*, sehingga hasil konfigurasi semua *interface* seperti terlihat pada gambar 4.43.

Name	Parent	Packet Marks	Limit At b...	Max Limit	Avg. Rl.	Queued Bytes	Bytes	Packets
DOWNLOAD TATA USAHA								
Total-Download-Ether2	ether2			20M	0bps	0 B 466.1	679 002	
user-download-eth2	Total-Download-Ether2	paket-download-ether2		5M	30M	0bps	0 B 466.1	679 002
DOWNLOAD LAB TKJ								
Total-Download-Ether3	ether3			30M	104bps	0 B 149.6	200 634	
user-download-eth3	Total-Download-Ether3	paket-download-ether3		5M	30M	104bps	0 B 149.6	200 634
DOWNLOAD LAB RPL								
Total-Download-Ether4	ether4			20M	0bps	0 B	0 B	0
user-download-eth4	Total-Download-Ether4	paket-download-ether4		5M	20M	0bps	0 B	0
DOWNLOAD PERPUSTAKAAN								
Total-Download-Ether5	ether5			20M	0bps	0 B	0 B	0
user-download-eth5	Total-Download-Ether5	paket-download-ether5		5M	20M	0bps	0 B	0
UPLOAD LAB TKJ								
Total-Uplod-Ether3	ether1			10M	376bps	0 B 12.0 M/B	34 052	
user-upload-eth3	Total-Uplod-Ether3	paket-upload-ether3		5M	10M	376bps	0 B 12.0 M/B	34 052
UPLOAD TATA USAHA								
Total-Uplod-Ether2	ether1			10M	0bps	0 B 115.1	306 039	
upload-user-eth2	Total-Uplod-Ether2	paket-upload-ether2		5M	10M	0bps	0 B 115.1	306 036
UPLOAD LAB RPL								
Total-Uplod-Ether4	ether1			10M	0bps	0 B	0 B	0
user-upload-eth4	Total-Uplod-Ether4	paket-upload-ether4		5M	10M	0bps	0 B	0
UPLOAD PERPUSTAKAAN								
Total-Uplod-Ether5	ether1			10M	0bps	0 B	0 B	0
user-upload-eth5	Total-Uplod-Ether5	paket-upload-ether5		5M	10M	0bps	0 B	0

Gambar 4.43 List Queue Tree

4.10 Hasil Pengujian Tanpa Manajemen *Bandwidth*

Pada tahap awal penulis akan melakukan pengujian tanpa manajemen *bandwidth*. Berikut ini adalah hasil pengukuran QoS tanpa manajemen *bandwidth* pada ruangan Tata Usaha, Lab TKJ, Lab RPL dan Perpustakaan.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Tata Usaha Tanpa Manajemen *Bandwidth*

Percobaan	Throughput (bps)	Delay (ms)	Packet loss (%)
Percobaan 1	7.892,80	118,00	11,94
Percobaan 2	11.753,20	103,80	12,04
Percobaan 3	14.259,80	127,60	10,92
Percobaan 4	10.717,40	129,20	8,96
Percobaan 5	11.154,80	144,80	9,88
Percobaan 6	13.933,20	116,40	12,72
Percobaan 7	10.414,60	110,20	8,54
Percobaan 8	15.231,00	104,20	8,92
Percobaan 9	23.624,20	92,60	11,58
Percobaan 10	11.429,00	105,60	11,86
Rata-rata	13.041,00	115,24	10,74

Tabel 4.1 merupakan hasil pengukuran QoS tanpa manajemen *bandwidth* pada ruang Tata Usaha, dimana pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil

percobaan 1 sampai dengan 10 didapat hasil rata-rata *throughput* 13.041,00 bps, *delay* 115,24 ms dan *packet loss* sebanyak 10,74 %.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Lab TKJ
Tanpa Manajemen *Bandwidth*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	18.625,12	170,26	10,68
Percobaan 2	18.423,25	189,50	4,66
Percobaan 3	19.508,25	123,88	3,88
Percobaan 4	30.791,81	121,94	7,30
Percobaan 5	35.268,38	121,38	6,05
Percobaan 6	29.074,38	50,88	4,31
Percobaan 7	43.987,63	92,00	4,02
Percobaan 8	11.987,00	106,94	3,93
Percobaan 9	13.405,44	99,81	3,92
Percobaan 10	15.276,31	115,44	4,51
Rata-rata	23.634,76	119,20	5,32

Tabel 4.2 merupakan hasil pengukuran QoS tanpa manajemen *bandwidth* pada ruang Lab TKJ, dimana pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapat hasil rata-rata *throughput* 23.634,76 bps, *delay* 119,20 ms dan *packet loss* sebanyak 5,32 %.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Lab RPL
Tanpa Manajemen *Bandwidth*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	22.247,50	179,91	11,31
Percobaan 2	15.833,69	139,94	10,15
Percobaan 3	22.426,38	123,38	10,77
Percobaan 4	22.538,88	104,31	11,51
Percobaan 5	24.526,25	127,00	10,31
Percobaan 6	27.674,75	113,56	8,98
Percobaan 7	23.721,25	105,38	10,84
Percobaan 8	31.311,75	111,75	11,22
Percobaan 9	23.898,63	116,81	10,69
Percobaan 10	20.373,00	127,81	10,61
Rata-rata	23.455,21	124,98	10,64

Tabel 4.3 merupakan hasil pengukuran QoS tanpa manajemen *bandwidth* pada ruang Lab RPL, dimana pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapat hasil rata-rata *throughput* 19.997,76 bps, *delay* 160,53 ms dan *packet loss* sebanyak 10,64 %.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran QoS pada Ruang Perpustakaan Tanpa Manajemen *Bandwidth*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	24.479	133,60	4,74
Percobaan 2	13.772	144,80	5,16
Percobaan 3	81.48,8	116,40	4,58
Percobaan 4	10.423,8	128,40	3,84
Percobaan 5	12.713,6	76,00	3,78
Percobaan 6	13.664,6	49,00	3,92
Percobaan 7	16.588,8	57,80	3,58
Percobaan 8	11.551,4	79,20	3,94
Percobaan 9	10.327	112,80	3,30
Percobaan 10	14.330,8	114,20	3,00
Rata-rata	13.599,98	101,22	3,98

Tabel 4.4 merupakan hasil pengukuran QoS tanpa manajemen *bandwidth* pada ruang Perpustakaan, dimana pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapat hasil rata-rata *throughput* 13.599,98 bps, *delay* 101,22 ms dan *packet loss* sebanyak 3,98 %.

4.11 Hasil Pengujian Menggunakan Metode *Simple Queue*

Setelah dilakukan pengujian tanpa manajemen *bandwidth*, kemudian dilakukan pengujian menggunakan metode *simple queue*. Berikut ini merupakan tabel hasil pengukuran QoS pada ruangan Tata Usaha, Lab TKJ, Lab RPL dan Perpustakaan.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran QoS pada Ruang Tata Usaha Menggunakan Metode *Simple Queue*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	8.048,80	144,20	1,50
Percobaan 2	15.595,40	121,80	2,50
Percobaan 3	13.930,80	181,40	2,66

Percobaan 4	12.163,80	104,40	2,44
Percobaan 5	12.899,00	133,80	2,32
Percobaan 6	20.812,20	103,60	2,00
Percobaan 7	11.533,00	88,80	2,64
Percobaan 8	19.167,00	96,00	2,76
Percobaan 9	26.009,60	122,00	2,08
Percobaan 10	15.159,80	109,00	2,32
Rata-rata	15.531,94	120,50	2,32

Tabel 4.5 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *simple queue* pada ruang Tata Usaha, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapatkan hasil rata-rata *throughput* 15.531,94 bps, *delay* 120,50 ms dan *packet loss* sebanyak 2,32 %.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Lab TKJ Menggunakan Metode *Simple Queue*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	21.526,71	139,14	7,66
Percobaan 2	17.627,50	116,56	2,41
Percobaan 3	40.885,00	80,88	4,98
Percobaan 4	41.391,56	80,88	4,27
Percobaan 5	28.327,31	99,00	2,91
Percobaan 6	31.984,25	89,25	3,49
Percobaan 7	52.806,38	88,50	3,46
Percobaan 8	15.063,13	87,63	2,93
Percobaan 9	17.416,06	91,13	2,92
Percobaan 10	26.642,06	127,81	3,89
Rata-rata	29.367,00	100,08	3,89

Tabel 4.6 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *simple queue* pada ruang Lab TKJ, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapatkan hasil rata-rata *throughput* 29.367,00 bps, *delay* 100,08 ms dan *packet loss* sebanyak 3,89%.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Lab RPL Menggunakan Metode *Simple Queue*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	7.217,20	143,64	5,70

Percobaan 2	16.498,19	106,94	6,48
Percobaan 3	24.700,25	125,94	6,51
Percobaan 4	22.496,06	107,56	6,49
Percobaan 5	26.786,88	131,19	7,64
Percobaan 6	30.524,94	116,81	7,93
Percobaan 7	21.366,00	132,44	9,24
Percobaan 8	34.394,00	114,94	8,84
Percobaan 9	26.192,44	132,44	9,34
Percobaan 10	22.092,44	122,19	9,83
Rata-rata	23.226,84	123,41	7,80

Tabel 4.7 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *simple queue* pada ruang Lab TKJ, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapatkan hasil rata-rata *throughput* 23.226,84 bps, *delay* 123,41 ms dan *packet loss* sebanyak 7,80 %.

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Perpustakaan Menggunakan Metode *Simple Queue*

Percobaan	Throughput (bps)	Delay (ms)	Packet loss (%)
Percobaan 1	10.430,40	103,00	1,96
Percobaan 2	8.463,80	117,60	2,46
Percobaan 3	16.018,00	143,00	1,54
Percobaan 4	12.514,20	114,20	1,72
Percobaan 5	14.088,60	74,00	2,70
Percobaan 6	18.425,80	72,40	1,86
Percobaan 7	16.559,40	56,20	2,48
Percobaan 8	10.598,80	61,60	2,36
Percobaan 9	12.239,40	101,40	2,14
Percobaan 10	21.272,80	85,80	1,66
Rata-rata	14.061,12	92,92	2,09

Tabel 4.8 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *simple queue* pada ruang Lab TKJ, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapatkan hasil rata-rata *throughput* 14.061,12 bps, *delay* 92,92 ms dan *packet loss* sebanyak 2,09 %.

4.12 Hasil Pengujian Menggunakan Metode *Queue Tree*

Setelah dilakukan pengujian manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue*, dalam hal ini dilakukan pengujian menggunakan metode *queue tree*.

Berikut ini merupakan tabel hasil pengukuran QoS pada ruangan Tata Usaha, Lab TKJ, Lab RPL dan Perpustakaan.

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Tata Usaha Menggunakan Metode *Queue Tree*

Percobaan	Throughput (bps)	Delay (ms)	Packet loss (%)
Percobaan 1	97.28,40	106,20	1,78
Percobaan 2	19.858,40	105,80	2,60
Percobaan 3	18.165,00	94,00	2,22
Percobaan 4	15.781,60	105,60	2,46
Percobaan 5	14.416,00	103,80	1,48
Percobaan 6	18.279,40	101,00	2,52
Percobaan 7	12.910,20	99,00	3,54
Percobaan 8	20.919,20	104,80	1,96
Percobaan 9	27.249,20	108,00	2,66
Percobaan 10	17.784,40	106,80	2,94
Rata-rata	17.509,18	103,50	2,42

Tabel 4.9 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *queue tree* pada ruang Tata Usaha, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapatkan hasil rata-rata *throughput* 17.509,18 bps, *delay* 103,50 ms dan *packet loss* sebanyak 2,42 %.

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Lab TKJ Menggunakan Metode *Queue Tree*

Percobaan	Throughput (bps)	Delay (ms)	Packet loss (%)
Percobaan 1	24.212,76	132,47	9,31
Percobaan 2	28.647,44	139,56	2,19
Percobaan 3	42.021,13	107,44	4,36
Percobaan 4	47.987,88	118,88	4,14
Percobaan 5	35.480,00	98,44	3,61
Percobaan 6	48.122,81	85,94	2,96
Percobaan 7	63.034,75	89,69	2,76
Percobaan 8	19.416,25	80,44	3,41
Percobaan 9	33.586,19	87,50	3,11
Percobaan 10	52.104,94	101,63	3,43
Rata-rata	39.461,41	104,20	3,93

Tabel 4.10 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *queue tree* pada ruang Lab TKJ, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapatkan hasil rata-rata *throughput* 39.461,41 bps, *delay* 104,20 ms dan *packet loss* sebanyak 3,93 %.

Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Lab RPL Menggunakan Metode *Queue Tree*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	7.401	131,76	3,80
Percobaan 2	19.659	105,63	6,63
Percobaan 3	25.771	119,63	7,84
Percobaan 4	28.012	100,19	8,42
Percobaan 5	27.306	103,94	8,17
Percobaan 6	32.852	114,94	7,83
Percobaan 7	23.994	116,94	9,84
Percobaan 8	36.923	108,31	9,95
Percobaan 9	27.404	123,56	9,70
Percobaan 10	29.086	119,25	9,34
Rata-rata	25.840,86	114,41	8,15

Tabel 4.11 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *queue tree* pada ruang Lab RPL, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapatkan hasil rata-rata *throughput* 25.840,86 bps, *delay* 114,41 ms dan *packet loss* sebanyak 8,15 %.

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran QoS pada Ruangan Perpustakaan Menggunakan Metode *Queue Tree*

Percobaan	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Percobaan 1	18.925,40	87,40	4,08
Percobaan 2	16.681,60	99,80	2,88
Percobaan 3	16.477,40	109,20	2,24
Percobaan 4	18.776,20	112,20	2,14
Percobaan 5	15.556,00	61,40	2,86
Percobaan 6	19.054,20	65,40	2,40
Percobaan 7	20.819,20	54,00	2,36
Percobaan 8	12.322,80	58,00	2,46
Percobaan 9	13.739,60	107,60	2,20
Percobaan 10	22.131,40	81,20	1,84

Rata-rata	17.448,38	83,62	2,55
------------------	------------------	--------------	-------------

Tabel 4.12 merupakan hasil pengukuran QoS dengan menerapkan metode *queue tree* pada ruang Perpustakaan, pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan, dari hasil percobaan 1 sampai dengan 10 didapat hasil rata-rata *throughput* 17.448,38 bps, *delay* 83,62 ms dan *packet loss* sebanyak 2,55 %.

4.13 Perbandingan Hasil Pengukuran QoS Tanpa Manajemen *Bandwidth*, Metode *Simple Queue* dan *Queue Tree*

Berdasarkan hasil pengujian QoS yang telah dilakukan dengan 10 kali percobaan baik tanpa manajemen maupun setelah manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree*, maka penulis akan membuat tabel perbandingan untuk membandingkan hasil dengan merangkum hasil rata-rata *throughput*, *delay* dan *packet loss* pada setiap ruangan. Dalam hal ini penulis terlebih dahulu membuat tabel pengukuran QoS dari setiap ruangan yang diambil percobaan, dimana hasilnya diambil dari nilai rata-rata setiap ruangan pada percobaan 1 sampai dengan 10. Seperti terlihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Pengukuran QoS Tanpa Manajemen *Bandwidth*, Metode *Simple Queue* dan *Queue tree*

Ruangan	Tanpa Manajemen			<i>Simple Queue</i>			<i>Queue Tree</i>		
	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)	<i>Throughput</i> (bps)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Packet loss</i> (%)
Tata Usaha	13.041,00	115,24	10,74	15.531,94	120,50	2,32	17.509,18	103,50	2,42
Lab TKJ	23.634,76	119,20	5,32	29.367,00	100,08	3,89	39.461,41	104,20	3,93
Lab RPL	23.455,21	124,98	10,64	23.226,84	123,41	7,80	25.840,86	114,41	8,15
Perpustakaan	13.599,98	101,22	3,98	14.061,12	92,92	2,09	17.448,38	83,62	2,55
Rata-rata	18.432,74	115,16	7,67	20.546,72	109,23	4,03	25.064,96	101,43	4,26

Tabel 4.13 merupakan hasil pengukuran QoS tanpa manajemen *bandwidth* dan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* pada setiap ruangan, dimana nilai *throughput*, *delay* dan *packet loss* pada setiap ruangan merupakan hasil dari rata-rata percobaan 1 sampai dengan 10. Setelah dilakukan penjumlahan rata-rata nilai *throughput*, *delay* dan *packet loss* dari setiap ruangan

maka pengujian QoS tanpa manajemen *bandwidth* didapatkan nilai rata-rata *throughput* sebesar 18.432,74 bps, *delay* sebesar 115,16 ms dan *packet loss* sebanyak 7.67 %. Kemudian pengujian menggunakan metode *simple queue* didapatkan nilai rata-rata *throughput* sebesar 20.546,72 bps, *delay* 109,23 ms dan *packet loss* sebanyak 4,03 %. Sedangkan pengujian QoS menggunakan metode *queue tree* didapatkan hasil rata-rata *throughput* sebesar 25.064,94 bps, *delay* 101,43 ms dan *packet loss* sebanyak 4,26 %.

4.14 Perbandingan Hasil Pengukuran QoS *Simple Queue* dan *Queue Tree*

Berdasarkan hasil dari pengujian QoS dengan menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* maka dapat dibuatkan tabel yang merangkum hasil penelitian, seperti yang terdapat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Perbandingan QoS *Simple Queue* dan *Queue Tree*

Metode	Parameter QoS					
	Throughput (bps)	Indeks	Delay (ms)	Indeks	Packet loss (%)	Indeks
<i>Simple Queue</i>	20.546,72	1	109,23	4	4,03	3
<i>Queue Tree</i>	25.064,96	2	101,43	4	4,26	3

Berdasarkan tabel 4.14 terdapat perbedaan hasil dari pengukuran QoS antara metode *simple queue* dan *queue tree*, secara umum hasil perbandingan nilai akhir QoS kedua metode manajemen *bandwidth* tersebut tidak jauh berbeda. Namun perbedaannya hanya terletak pada indeks parameter *throughput*, pada *throughput simple queue* memiliki indeks 1, sedangkan pada *throughput queue tree* memiliki indeks 2.

Jika dibandingkan penelitian ini dengan penelitian terdahulu seperti yang pernah dilakukan oleh Wira Gusnadi maka didapatkan kesusaian hasilnya dimana metode *queue tree* lebih baik dari metode *simple queue*. Sama halnya dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Sandy Prayoga didapatkan hasil metode *queue tree*

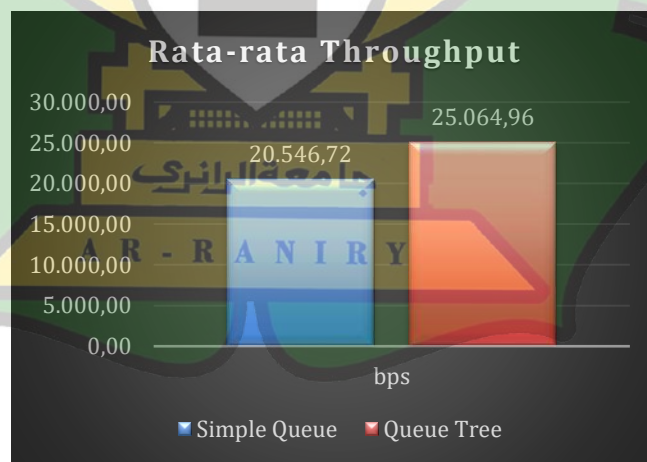
lebih stabil dalam melakukan manajemen *bandwidth* dibandingkan dengan metode *simple queue*.

4.15 Analisis Hasil Perbandingan Parameter QoS pada metode *Simple Queue* dan *Queue Tree*

Setelah didapatkan hasil rata-rata dari perbandingan manajemen *bandwidth* metode *simple queue* dan *queue tree* sebagaimana terdapat pada tabel 4.14, maka dalam hal ini akan dilakukan tahap analisis terhadap nilai *throughput*, *delay* dan *packet loss*, berdasarkan tabel 4.14 diatas maka dapat dianalisis bahwa:

1. *Throughput*

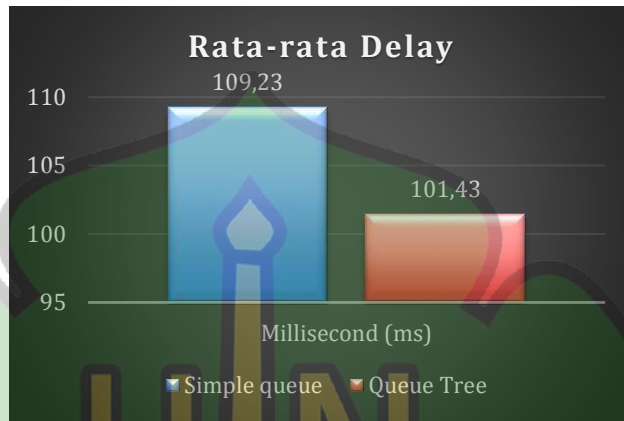
Hasil perbandingan QoS pada tabel 4.14, menunjukkan bahwa nilai total rata-rata *throughput* pada *queue tree* sebesar 25.064,96 bps lebih bagus jika dibandingkan dengan nilai *throughput* pada *simple queue* yang hanya 20.546,72 bps, jika dilihat dari standarisasi pemakaian *throughput* yang bersumber dari TIPHON, pemakain *throughput* menggunakan metode *queue tree* termasuk dalam kategori ‘**sedang**’ dengan indeks 2, sedangkan peamakaian *throughput* menggunakan metode *simple queue* termasuk dalam kategori ‘**buruk**’ dengan indeks 1.



Gambar 4.44 Grafik Perbandingan *Throughput* *Simple Queue* dan *Queue Tree*

2. Delay

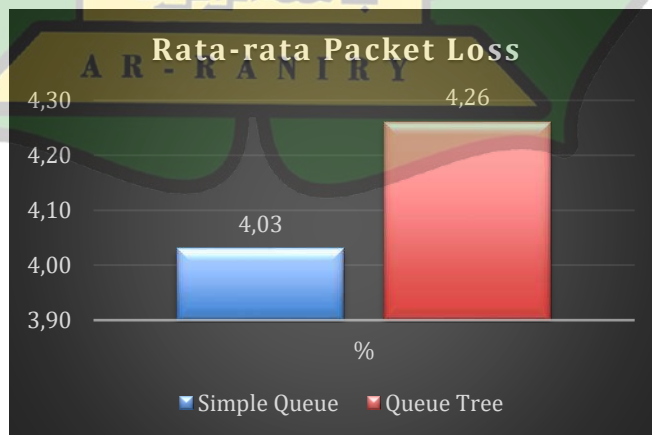
Delay pada kedua metode manajemen *bandwidth* tersebut sama-sama memiliki pemakaian *delay* yang sangat baik yaitu <150 ms dengan indeks 4. Dimana pemakaian *delay* pada metode *simple queue* 109,23 ms sedangkan pada *queue tree* sebesar 101,43 ms.



Gambar 4.45 Grafik Perbandingan *Delay* *Simple Queue* dan *Queue Tree*

3. Packet Loss

Packet loss pada kedua metode manajemen *bandwidth* tersebut sama-sama memiliki indeks 3 dengan kategori 'bagus', *packet loss* dengan menggunakan metode *simple queue* sebanyak 4,03 %, sedangkan *packet loss* pada *queue tree* sebesar 4,26 %. Jika dilihat dari besar nilainya, *packet loss* pada metode *simple queue* lebih sedikit dari metode *queue tree*.



Gambar 4.46 Grafik Perbandingan *Packet Loss* *Simple Queue* dan *Queue Tree*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari pengukuran *Quality of Service* (QoS) pada metode *simple queue* dan *queue tree* yang telah penulis lakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan penelitian terhadap sistem manajemen *bandwidth* pada mikrotik SMKN 1 Al Mubarkeya yang sebelumnya belum diterapkan manajemen maka Sistem manajemen *bandwidth* dapat dibangun dengan menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree*.
2. Hasil pengukuran parameter QoS dengan menggunakan aplikasi *wireshark* didapatkan nilai rata-rata *throughput* pada manajemen *bandwidth* metode *simple queue* sebesar 20.546,72 bps termasuk dalam kategori buruk, *delay* 109,23 ms dengan kategori sangat bagus dan *packet loss* sebanyak 4,03 % kategori bagus. Sedangkan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *queue tree* didapat rata-rata *throughput* sebesar 25.064,96 bps dengan kategori sedang, *delay* sebesar 101,43 ms kategori sangat bagus dan *packet loss* 4,26 % termasuk dalam kategori bagus. Jika dilihat dari hasilnya maka Metode *queue tree* lebih tepat jika diterapkan untuk manajemen *bandwidth* di SMKN 1 Al Mubarkeya

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, maka diperlukan pengembangan lebih lanjut mengenai manajemen jaringan pada SMKN 1 Al Mubarkeya. Berikut adalah beberapa saran pada penelitian ini:

1. Diharapkan adanya seorang administrator jaringan yang bisa memahami penggunaan mikrotik dan bisa melakukan *maintenance* terhadap jaringan yang ada di SMKN 1 Al Mubarkeya.
2. Dengan adanya manajemen *bandwidth* sebagaimana yang telah dianalisis diharapkan dapat diterapkan secara berkelanjutan mengingat manajemen *bandwidth* sangat penting dilakukan untuk optimalisasi penggunaan internet.

3. Bagi pengembang lainnya supaya bisa mengkaji lebih dalam mengenai penelitian ini tentang manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue* dan *queue tree* agar lebih efektif dalam melakukan manajemen jaringan.



DAFTAR PUSTAKA

- Al Fikri, K. (2021). Keamanan Jaringan Menggunakan Switch Port Security. *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 5(2), 71–76. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v5i2.3501>
- Al Kautsar, D., & Nulhakim, L. (2020). Pengelolaan Management Bandwidth dengan Menggunakan Metode Simple Queue di Toko Subur Graphic Jakarta Pusat. *Jurnal Teknik Informatika Stmik Antar Bangsa*, VI(2), 63–70.
- Amuda, S., Mulya, M. F., & Kurniadi, F. I. (2021). Analisis dan Perancangan Simulasi Perbandingan Kinerja Jaringan Komputer Menggunakan Metode Protokol Routing Statis , Open Shortest Path First (OSPF) dan Border Gateway Protocol (BGP) (Studi Kasus Tanri Abeng University). IV(2).
- Fadilah, A. Z., Saedudin, R. R., & ... (2021). Analisis Simulasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (htb) Untuk Meningkatkan Quality Of Service (qos). *EProceedings ...*, 8(5), 9072–9078. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15874%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15874/15587>
- Gusnadi, W. (2021). Perbandingan Metode Simple Queue Dan Queue Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Di Laboratorium Komputer SMKN 2 Palopo. *Proceeding KONIK (Konferensi Nasional Ilmu ...*, 561–564. <https://prosiding.konik.id/index.php/konik/article/view/124>
- Informatika, J. I. (2018). *Desain Jaringan Komputer Pada Perusahaan yang Sering*. 3(1).
- Kalsum, T. U., & Supardi, R. (2015). IMPLEMENTASI DAN ANALISA PER CONNECTION QUEUE (PCQ) SEBAGAI. 11(2), 139–148.
- Kuspandi Putra, Y., Sadali, M., & Mahpuz, M. (2020). Penerapan Mikrotik Dalam Mengembangkan Infrastruktur Jaringan Pada Kantor Desa Rumbuk Kecamatan Sakra. *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(2), 182–193.

<https://doi.org/10.29408/jit.v3i2.2350>

- Nawawi, R. A. (2021). Penerapan Metode Hierarchical Token Bucket Pada Jaringan Internet Warung Jawa. *Computer Based Information System Journal*, 9(2), 16–25. <https://doi.org/10.33884/cbis.v9i2.4447>
- Putra, Y. S., Indriastuti, M. T., & Mukti, F. S. (2020). Optimalisasi Nilai Throughput Jaringan Laboratorium Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Studi Kasus: Stmik Asia Malang). *Network Engineering Research Operation*, 5(2), 83. <https://doi.org/10.21107/nero.v5i2.161>
- Refina, R., & Purwanto, T. D. (2022). Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Simple Queue Dan Queue Tree Pada Dinas Kominfo Kota Prabumulih. *Seminar Hasil Penelitian Vokasi (SEMHAVOK)*, 4(1), 50–59.
- SIA Mikrotikls. (2022). *Mikrotik Company Profile*. Mikrotik.Com. <https://mikrotik.com/aboutus>
- Srimulia. (2022). *Mengenal Lebih Dalam Mengenai Winbox*. Idmetafora. <https://idmetafora.com/news/read/1134/Mengenal-Lebih-Dalam-Mengenai-Winbox-Yuksimak-Penjelasan-Berikut-ini.html>
- Suryadi, A., & Pamulang, U. (2020). *ANALISIS PERBANDINGAN BANDWIDTH MANAGEMENT MENGGUNAKAN*. 3(2), 1–6.
- Susanto, R. (2020). Rancang Bangun Jaringan Vlan dengan Menggunakan Simulasi Cisco Packet Tracer. *Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 4(2), 1–6.
- Tukino, A. M. (2022). Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB). *Jurnal Teknologi & Komunikasi Digital Zone*, 7(1), 18–25.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Sistem

1. Gambar hasil ping ke *host google.com* melalui *Command Prompt (CMD)* pada metode *simple queue*.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Khairun Ardiansyah>ping google.com -t

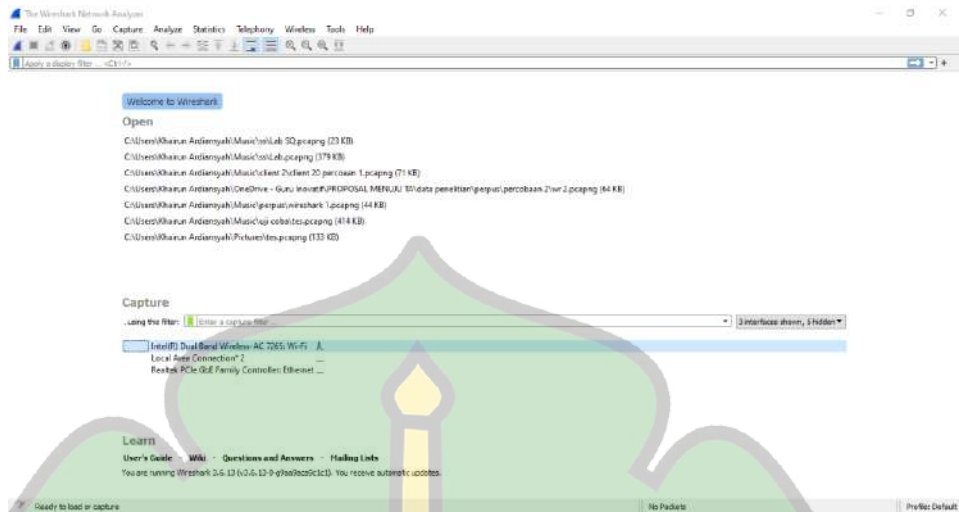
Pinging forcesafesearch.google.com [216.239.38.120] with 32 bytes of data:
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=25ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=25ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=25ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
```

2. Gambar hasil ping ke *host google.com* melalui *Command Prompt (CMD)* pada metode *queue tree*.

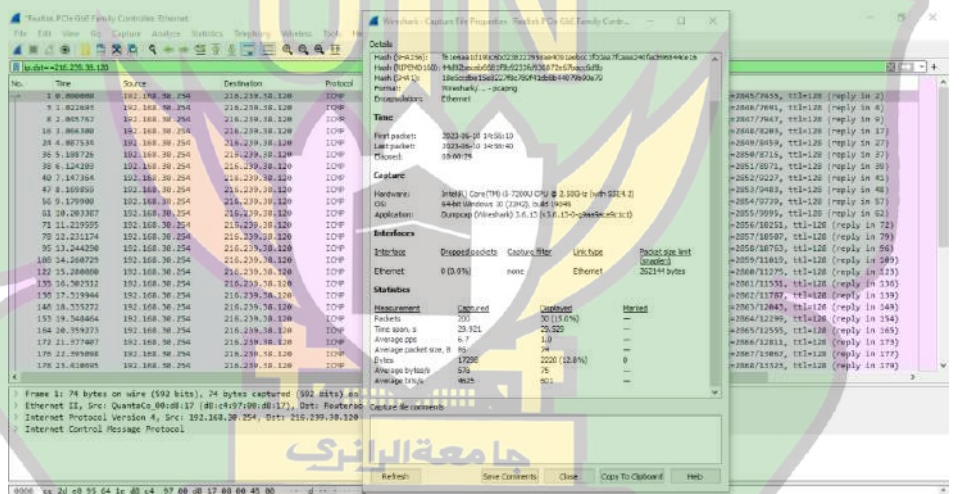
```
C:\Windows\system32\cmd.exe
^C
C:\Users\Khairun Ardiansyah>ping google.com -t

Pinging forcesafesearch.google.com [216.239.38.120] with 32 bytes of data:
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=23ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=25ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=25ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
Reply from 216.239.38.120: bytes=32 time=24ms TTL=57
```

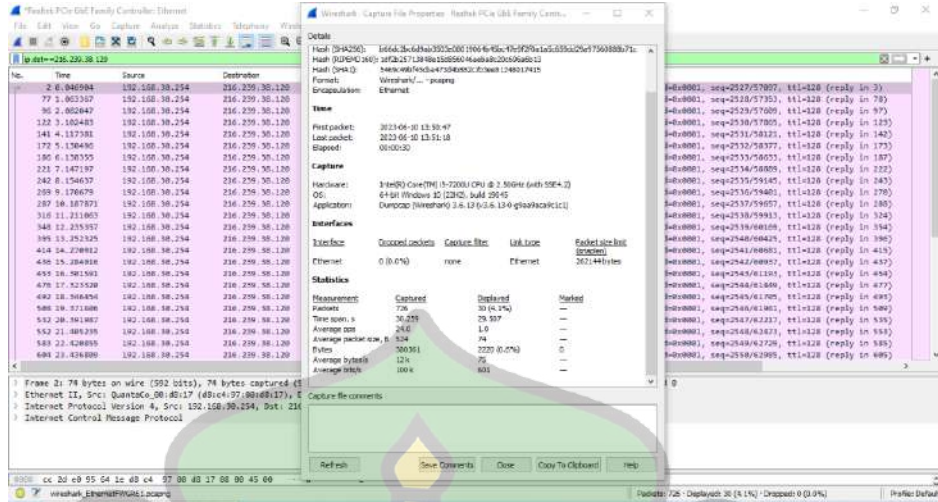

3. Tampilan halaman depan aplikasi *wireshark* versi 3.6.13.



4. Gambar hasil pencarian *throughput* menggunakan metode *simple queue*



5. Gambar hasil pencarian *throughput* menggunakan metode *queue tree*



6. Gambar hasil pencarian *delay* menggunakan metode *simple queue*

No.	Time	Time 1	Time 2	Delay
1	0.000000		0	1,022693
2	1.022.693		1,022693	2,045767
3	2.045.767		2,045767	3,0663
4	3.066.300		3,0663	4,087534
5	4.087.534		4,087534	5,108726
6	5.108.726		5,108726	6,124203
7	6.124.203		6,124203	7,147364
8	7.147.364		7,147364	8,169859
9	8.169.859		8,169859	9,1799
10	9.179.900		9,1799	10,203387
11	10.203.387		10,203387	11,219595
12	11.219.595		11,219595	12,231174
13	12.231.174		12,231174	13,24429
14	13.244.290		13,24429	14,260729
15	14.260.729		14,260729	15,28008
16	15.280.080		15,28008	16,302512
17	16.302.512		16,302512	17,319944
18	17.319.944		17,319944	18,335272
19	18.335.272		18,335272	19,348464
20	19.348.464		19,348464	20,359273
21	20.359.273		20,359273	21,377407
22	21.377.407		21,377407	22,395098
23	22.395.098		22,395098	23,410695
24	23.410.695		23,410695	24,422686
25	24.422.686		24,422686	25,44564
26	25.445.640		25,44564	26,462554
27	26.462.554		26,462554	27,485318
28	27.485.318		27,485318	28,511557
29	28.511.557		28,511557	29,529122
30	29.529.122		29,529122	
31				
32			Total Delay	29,529122
33			Rata-rata Delay	0,14764561 s
34				147,64561 ms
35				
36				

7. Gambar hasil pencarian *delay* menggunakan metode *queue tree*

J37							
	A	B	C	D	E	F	G
1	No.	Time		Time 1	Time 2	Delay	
2	2	0.046904		0,046904	1,063367	1,016463	
3	77	1.063.367		1,063367	2,082047	1,018680	
4	96	2.082.047		2,082047	3,102483	1,020436	
5	122	3.102.483		3,102483	4,117381	1,014898	
6	141	4.117.381		4,117381	5,130496	1,013115	
7	172	5.130.496		5,130496	6,138355	1,007859	
8	186	6.138.355		6,138355	7,147197	1,008842	
9	221	7.147.197		7,147197	8,154637	1,007440	
10	242	8.154.637		8,154637	9,170679	1,016042	
11	269	9.170.679		9,170679	10,187871	1,017192	
12	287	10.187.871		10,187871	11,211063	1,023192	
13	316	11.211.063		11,211063	12,235357	1,024294	
14	348	12.235.357		12,235357	13,252325	1,016968	
15	395	13.252.325		13,252325	14,270912	1,018587	
16	414	14.270.912		14,270912	15,284916	1,014004	
17	436	15.284.916		15,284916	16,301591	1,016675	
18	453	16.301.591		16,301591	17,32332	1,021729	
19	476	17.323.320		17,323320	18,346454	1,023134	
20	492	18.346.454		18,346454	19,371606	1,025152	
21	508	19.371.606		19,371606	20,391987	1,020381	
22	532	20.391.987		20,391987	21,405235	1,013248	
23	552	21.405.235		21,405235	22,420855	1,015620	
24	583	22.420.855		22,420855	23,436809	1,015954	
25	604	23.436.809		23,436809	24,453348	1,016539	
26	621	24.453.348		24,453348	25,477398	1,024050	
27	640	25.477.398		25,477398	26,492849	1,015451	
28	656	26.492.849		26,492849	27,516524	1,023675	
29	672	27.516.524		27,516524	28,533335	1,016811	
30	693	28.533.335		28,533335	29,553722	1,020387	
31	710	29.553.722					
32							
33				Total Delay		29,506818	
34				Rata-rata Delay		0,040643 s	
35						40,643 ms	
36							

Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian

1. Ruangan Lab TKJ



2. Ruangan Lab RPL

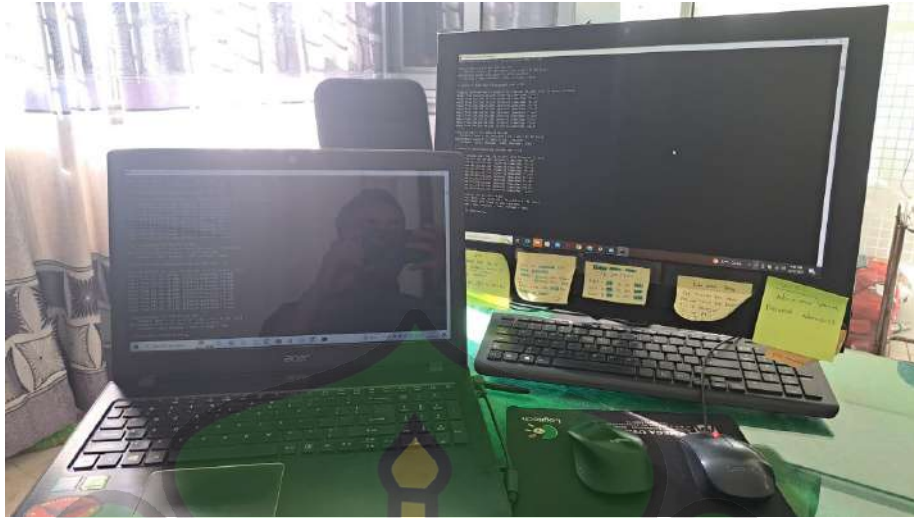




3. Ruang Perustakaan



4. Ruang Tata Usaha



RIWAYAT HIDUP



Khairun Ardiansyah, lahir di Aceh Besar pada tanggal 31 Januari 1999. Anak pertama dari 2 bersaudara, dari pasangan Ibu Ainon dan Bapak Syahrudin. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri Lamkrak. Kemudian melanjutkan Pendidikan di jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Darul Imarah dan lulus tahun 2014. Penulis menempuh pendidikan jenjang Sekolah Menengah Kejuruan di SMKN 1 Al Mubarkaya Ingin Jaya dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh melalui jalur seleksi SBMPTN.

