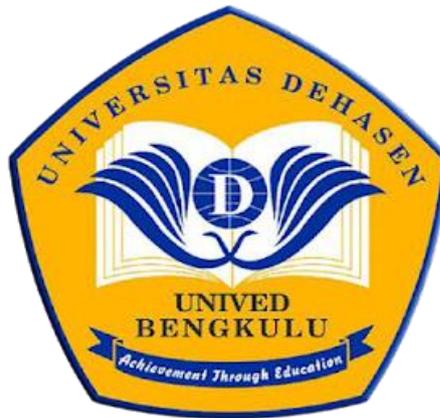


**PENERAPAN PCQ (*PER CONNECTION QUEUE*) DALAM MELIMITASI  
BANDWIDTH DENGAN METODE *SIMPLE QUEUE* PADA  
SMKN 1 SELUMA**

**SKRIPSI**



Oleh :

**YOSEF ANGGARA**  
**NPM. 20010002**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS DEHASEN  
BENGKULU  
2025**

**PENERAPAN PCQ (*PER CONNECTION QUEUE*) DALAM MELIMITASI  
BANDWIDTH DENGAN METODE *SIMPLE QUEUE* PADA  
SMKN 1 SELUMA**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**YOSEF ANGGARA**  
**NPM. 20010002**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
Pada Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen  
Bengkulu*

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS DEHASEN  
BENGKULU  
2025**

**PENERAPAN PCQ (*PER CONNECTION QUEUE*) DALAM MELIMITASI  
BANDWIDTH DENGAN METODE *SIMPLE QUEUE* PADA  
SMKN 1 SELUMA**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**YOSEF ANGGARA**  
**NPM. 20010002**

**Disetujui Oleh :**

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Pendamping,**

  
**Herlina Latipa Sari, S.Kom, M.Kom.**  
**NIDN. 0206077901**

  
**Eko Suryana, S.Kom, M.Kom.**  
**NIDN. 0215117401**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi**

  
  
**Devi Sartika, S.Kom, M.Kom.**  
**NIDN. 0203038605**

**PENERAPAN PCQ (PER CONNECTION QUEUE) DALAM MELIMITASI  
BANDWIDTH DENGAN METODE SIMPLE QUEUE PADA  
SMKN 1 SELUMA**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

**YOSEF ANGGARA**  
**NPM. 20010002**

Telah dipertahankan didepan TIM Penguji  
Universitas Dehasen Bengkulu

Hari : Rabu  
Tanggal : 30 April 2025

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh TIM Penguji.

Penguji	Nama	NIDN	Tanda Tangan
Ketua	Herlina Latipa Sari, S.Kom, M.Kom	0206077901	
Anggota	Eko Suryana, S.Kom, M.Kom	0215117401	
Anggota	Khairil, S.Kom, M.Kom	0213047501	
Anggota	Reno Supardi, S.Kom, M.Kom	0212067903	

Mengetahui :

 Dekan  
  
**Khairil, S.Kom, M.Kom**  
**NIDN. 0213047501**

## **MOTTO**

*“Barangsiapa yang memudahkan urusan yang sulit bagi orang yang dalam kesulitan, Allah akan memudahkan urusannya di dunia dan di akhirat. Barangsiapa yang meringankan beban orang yang dalam kesempitan, Allah akan meringankan baginya di dunia dan akhirat. Barangsiapa yang menutupi aib (meminta bantuan tersembunyi), Allah akan menutupi aibnya di dunia dan di akhirat.”*

**(HR. Muslim)**

*“Semua jatuh bangunmu hal yang biasa, angan dan pertanyaan waktu yang menjawabnya, berikan tenggat waktu bersedihlah secukupnya, rayakan perasaanmu sebagai manusia”*

**(Baskara Putra – Hindia)**

*“Bayangkan jika kita tidak menyerah, tantangan apa pun dari ayah atau dunia kita hadapi, kita lewati, kita ikuti, kita nikmati”*

**(Baskara Putra – Hindia)**

*“Saya melanjutkan pendidikan ini bukan semata ingin membandingkan kehidupan saya ataupun membanggakan gelar. Tapi saya ingin melanjutkan karir saya dalam dunia pendidikan agar dapat menyalurkan ilmu yang saya peroleh ini kepada generasi penerus bangsa. Sebab itulah saya berusaha dan tidak ada kata menyerah untuk memperoleh ilmu dan gelar sarjana ini”*

*“Jangan lelah berproses. Ingat, kita seperti sampah disaat kita tidak mempunyai apapun”*

**(Yosef Anggara)**

## *PERSEMBAHAN*

- ❖ Rasa syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat yang berlimpah kepada saya setiap harinya
- ❖ Kepada Ayahanda saya Samsu Tamrin dan Ibunda saya Nurlaili tercinta. Terima kasih banyak atas segala bentuk cinta kasih serta dukungan kepada saya, Terima kasih atas segala rasa lelah dan sabar selama ini dalam mengusahakan apapun itu dalam pendidikan saya ini, dan keberhasilan ini adalah jawaban atas segala doa ayah dan ibu ke kepada Allah SWT.
- ❖ Kepada kedua saudara kandung yang saya sayangi, Satria Anjelina dan Jefri Anderson. Terima kasih juga atas segala bentuk dukungan kalian selama ini, tanpa kalian berdua juga saya mungkin tidak dapat menyelesaikan pendidikan ini
- ❖ Kepada teman-teman dan orang terdekat saya. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- ❖ Kepada orang-orang yang meragukan dan meninggalkan saat saya berada dititik terendah saya juga berterima kasih, karna orang-orang seperti kalianlah juga yang membuat saya ingin bangkit dan membuktikan kalau saya bisa berhasil.

## RIWAYAT HIDUP



Penulis yang bernama lengkap Yosef Anggara, lahir di Lubuk Lintang Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu, pada tanggal 15 September 1999. Penulis adalah anak ke-3 dari 3 bersaudara dari pasangan bapak Samsu Tamrin dan Ibu Nurlaili. Penulis pertama kali masuk pendidikan di SDN 156 Seluma pada tahun 2006 dan tamat pada 2012 pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 5 Seluma dan tamat pada tahun 2015. Setelah tamat dari SMP penulis melanjutkan pendidikan ke SMKN 1 Seluma jurusan teknik komputer jaringan dan tamat pada tahun 2018. Pada tahun 2020, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Dehasen Bengkulu pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, dan menyusun skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom). Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis juga bekerja di dunia pendidikan di SMKN 1 Seluma dibagian Teknisi Laboratorium pada jurusan Teknik Komputer Jaringan. Penulis memiliki ketertarikan pada bidang jaringan komputer dan berharap ilmu yang diperoleh selama perkuliahan dapat berguna dan bermanfaat di masa depan.

## ABSTRAK

### **PENERAPAN PCQ (*PER CONNECTION QUEUE*) DALAM MELIMITASI BANDWIDTH DENGAN METODE *SIMPLE QUEUE* PADA SMKN 1 SELUMA**

Oleh :

Yosef Anggara<sup>1</sup>

Herlina Latipa Sari<sup>2</sup>

Eko Suryana<sup>3</sup>

Jaringan internet di SMK Negeri 1 Seluma kerap mengalami gangguan ketika digunakan secara bersamaan oleh banyak pengguna, yang menyebabkan penurunan kualitas sinyal dan kesulitan koneksi. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan manajemen *bandwidth* agar akses internet sebesar 30 Mbps dapat terbagi secara merata kepada tiga jaringan lokal, yaitu ruang Tata Usaha (15 Mbps), ruang guru (10 Mbps), dan laboratorium (5 Mbps). Metode yang digunakan adalah pendekatan PPDIOO (*Plan, Prepare, Design, Implement, Operate, Optimize*) dengan teknik konfigurasi *Per Connection Queue* (PCQ) menggunakan *Simple Queue* pada router Mikrotik. Pengujian dilakukan melalui *speedtest* sebelum dan sesudah penerapan PCQ di tiap ruang. Hasil menunjukkan bahwa *bandwidth* yang sebelumnya tidak terbagi secara proporsional dapat didistribusikan lebih adil ke setiap pengguna. Misalnya, di ruang TU setelah penerapan PCQ, masing-masing dari tiga klien mendapatkan *bandwidth* yang relatif merata. Penerapan PCQ dengan *Simple Queue* terbukti efektif dalam membatasi dan membagi *bandwidth* antar pengguna secara seimbang serta meningkatkan stabilitas jaringan sekolah secara keseluruhan.

Kata kunci : ***Bandwidth, PCQ, Simple Queue, PPDIOO***

1) Calon Sarjana Komputer

2) Pembimbing 1 dan Pembimbing 2

## **ABSTRACT**

### ***The Implementation of PCQ (Per Connection Queue) in Limiting Bandwidth Using Simple Queue Method at SMKN 1 Seluma***

**By:**

***Yosef Anggara<sup>1</sup>***

***Herlina Latipa Sari<sup>2</sup>***

***Eko Suryana<sup>3</sup>***

*The internet network at SMK Negeri 1 Seluma often experiences disruptions when used simultaneously by many users, causing a decline in signal quality and connection difficulties. This study aims to implement bandwidth management so that 30 Mbps internet access can be distributed evenly to three local networks, namely the Administration Room (15 Mbps), the Teacher's Room (10 Mbps), and the Laboratory (5 Mbps). The method used is the PPDIOO approach (Plan, Prepare, Design, Implement, Operate, Optimize) with Per Connection Queue (PCQ) configuration using Simple Queue on the Mikrotik router. Testing was conducted via speedtest before and after PCQ implementation in each room. The results show that bandwidth, which was previously not distributed proportionally, can now be distributed more fairly to each user. For example, in the TU room after PCQ implementation, each of the three clients received relatively equal bandwidth. The implementation of PCQ with Simple Queue proved effective in limiting and dividing bandwidth among users in a balanced manner and improving the overall stability of the school network.*

*Keywords: Bandwidth, PCQ, Simple Queue, PPDIOO.*

*1) Student*

*2) Supervisor 1 and Co-Supervisor*

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yosef Anggara  
Npm : 20010002  
Prodi : Informatika

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Selama melakukan penelitian dan pembuatan skripsi ini saya tidak melakukan pelanggaran etika akademik dalam bentuk apapun atau pelanggaran lainnya yg bertentangan dengan etika akademik
2. Skripsi yang saya buat merupakan karya ilmiah saya sebagai penulis, bukan jiplakan atau karya orang lain
3. Apabila di kemudian hari ditemukan bukti yang meyakinkan bahwa dalam proses pembuatan skripsi ini terdapat pelanggaran etika akademik atau skripsi ini hasil jiplakan atau skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang ditetapkan oleh Universitas Dehasen Bengkulu

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk di gunakan bilamana perlu

Bengkulu, 28 April 2025

Yang menyatakan



**Yosef Anggara**  
**NPM: 20010002**

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu,*

Puji dan syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Penerapan PCQ (*Per Connection Queue*) dalam Melimitasi Bandwidth dengan Metode *Simple Queue* pada SMK N 1 Seluma”**. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Adapun didalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik dalam bimbingan, saran-saran dan masukan secara moral maupun materil. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu, diantaranya :

1. Bapak Prof. Dr. Husaini ,SE.,M.Si, Ak,CA,CRP Selaku Rektor Universitas Dehasen (UNIVED) Bengkulu.
2. Bapak Khairil, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu.
3. Ibu Devi Sartika, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu.
4. Ibu Herlina Latipa Sari, S.Kom, M.Kom selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi ini.

5. Bapak Eko Suryana, S.Kom, M.Kom selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
6. Dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu.
7. Seluruh Staf Karyawan/ti pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu atas bantuannya.
8. Bapak Debi Tamdubi, M,Pd selaku Kepala Sekolah SMK Negeri 1 Seluma, beserta staff dan guru yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini.
9. Untuk Kedua Orang Tua dan Keluarga yang santiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dari berbagai pihak.

Demikian skripsi ini penulis buat, mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan serta mendapatkan ridho dari Allah SWT, aamiin aamiin ya robbal alamin.

***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatu,***

Bengkulu,        Juni 2025

Yosef Anggara

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Jaringan Komputer .....	5
2.2 Jenis-Jenis Jaringan Komputer .....	6
2.2.1 Metropolitan Area Network (MAN) .....	6
2.2.2 Wide Area Network (WAN) .....	6
2.2.3 Local Area Network (LAN) .....	7
2.2.4 Wireless Local Area Network (WLAN) .....	8
2.3 Komponen Utama Jaringan Komputer .....	9
2.3.1 Network Interface Card (NIC) .....	9
2.3.2 Router .....	10
2.3.3 Switch .....	11
2.3.4 Access Point .....	12

2.3.5 Kabel Twisted Pair .....	13
2.4 Topologi Jaringan Komputer .....	14
2.4.1 Topologi Star .....	15
2.4.2 Topologi Tree .....	16
2.4.3 Topologi Bus .....	17
2.4.4 Topologi Ring.....	17
2.4.5 Topologi Mesh.....	18
2.5 IP Address .....	18
2.5.1 Pembagian Kelas IP Address .....	19
2.6 Mikrotik .....	20
2.6.1 Jenis-Jenis Mikrotik .....	21
2.7 QoS (Quality Of Service) .....	22
2.7.1 Model Layanan QoS .....	23
2.7.2 Parameter-Parameter QoS.....	24
2.8 Bandwidth.....	26
2.9 Manajemen Bandwidth.....	27
2.10 Per Connection Queue .....	27
2.11 Simple Queue .....	28
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian .....	31
3.1.1 Tempat dan Waktu.....	31
3.1.2 Struktur Oraganisasi .....	31
3.1.3 Tugas dan Wewenang .....	32
3.2 Metode Penelitian.....	38
3.3 Perangkat Yang Digunakan .....	40
3.3.1 Hardware.....	40
3.3.2 Software .....	42
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	42
3.5 Metode Perancangan Sistem .....	43
3.5.1 Analisis Sistem Aktual.....	43
3.5.2 Analisis Sistem Baru.....	44
3.6 Skenario Pengujian Sistem .....	48

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil Implementasi.....	51
4.1.1 Instal Aplikasi Winbox .....	52
4.1.2 Konfigurasi Dasar Mikrotik .....	53
a. Login Winbox.....	53
b. Konfigurasi DHCP Client .....	55
c. Konfigurasi DNS Server .....	56
d. Konfigurasi Firewall.....	57
e. Konfigurasi Interface .....	59
f. Konfigurasi IP Address .....	61
g. Konfigurasi DHCP Server .....	63
h. Konfigurasi Access Point.....	64
4.1.3 Konfigurasi Management Bandwidth.....	67
a. Konfigurasi Queue Type .....	67
b. Konfigurasi Simple Queue.....	70
4.2 Pembahasan.....	74
4.3 Hasil Pengujian .....	77
4.2.1 Pengujian Speedtest Pada Jaringan Ruang TU.....	78
4.2.2 Pengujian Speedtest Pada Jaringan Ruang Guru .....	80
4.3 Optimize.....	82
4.3.1 Monitoring Jaringan.....	82
a. Konfigurasi Graphing Interface.....	82
b. Melakukan Monitoring Pada Jaringan.....	84
4.3.2 Membuat Password Pada Mikrotik.....	87
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>89</b>
5.1 Kesimpulan .....	89
5.2 Saran .....	90

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 LAN Card .....	10
2.2 Router .....	11
2.3 Switch.....	12
2.4 Access Point .....	12
2.5 Topologi Star .....	15
2.6 Topologi Tree .....	16
2.7 Topologi Bus .....	17
2.8 Topologi Ring.....	18
2.9 Topologi Mesh.....	18
2.10 Pembagian IP Address.....	19
2.11 Per Connection Queue.....	28
2.12 Simple Queue.....	30
3.1 Struktur Organisasi .....	32
3.2 Alur PPDIOO.....	38
3.3 Topologi Jaringan Berjalan .....	44
3.4 Topologi Jaringan Baru .....	45
3.5 Alur Kerja Penelitian.....	46
3.6 Skenario Pembagian Bandwidth Dengan PCQ.....	48
4.1 Rancangan Topologi Baru .....	51
4.2 Tampilan Awal Winbox .....	54
4.3 Tampilan Winbox Setelah Login.....	54
4.4 Konfigurasi DHCP Client.....	55
4.5 Tampilan DHCP Client .....	55
4.6 Konfigurasi DNS Server .....	56
4.7 Konfigurasi Firewall (NAT)1 .....	57
4.8 Konfigurasi Masquerade (NAT)2 .....	58
4.9 Hasil Konfigurasi Firewall (NAT).....	58
4.10 Tampilan Konfigurasi Interface .....	60

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
4.11 Hasil Konfigurasi Interface .....	60
4.12 Konfigurasi IP Address .....	62
4.13 Hasil Konfigurasi IP Address .....	62
4.14 Konfigurasi DHCP Server .....	63
4.15 Hasil Konfigurasi DHCP Server .....	64
4.16 Konfigurasi IP Static Pada Laptop.....	65
4.17 Tampilan Halaman login AP TP-LinkWR840N .....	65
4.18 Tampilan Setelah Login Pada Access Point .....	66
4.19 Hasil Konfigurasi Access Point .....	66
4.20 Tampilan Queue Type .....	67
4.21 Konfigurasi Queue Types Untuk PCQ-Upload .....	68
4.22 Konfigurasi Queue Types Untuk PCQ-Download.....	68
4.23 Hasil Konfigurasi Queue Types Secara Keseluruhan .....	69
4.24 Konfigurasi Simple Queue .....	70
4.25 Konfigurasi Simple Queue Untuk Ruang TU.....	71
4.26 Konfigurasi Simple Queue Untuk Ruang Guru .....	72
4.27 Konfigurasi Simple Queue Untuk R.LAB.....	73
4.28 Hasil Konfigurasi Simple Queue Keseluruhan.....	74
4.29 Hasil Konfigurasi Graphing Interface Rule .....	84
4.30 Hasil Konfigurasi Queue Rule .....	84
4.31 Tampilan Halaman Traffic and System Graphing .....	85
4.32 Statistik Interface Ether2-Ruang TU.....	85
4.33 Statistik Queue Ruang TU .....	86
4.34 Statistik Interface Ether3-Ruang Guru .....	86
4.35 Statistik Queue Ruang Guru .....	88
4.36 Membuat Password Pada Mikrotik .....	88

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Kategori Kabel Twisted Pair .....	13
3.1 Hardware yang Dibutuhkan.....	40
3.2 Software Yang Digunakan .....	42
3.3 Pembagian Bandwidth Tiap Interface .....	49
3.4 Pengujian PCQ Pada Access Point Ruang TU .....	50
3.5 Pengujian PCQ Pada Access Point Ruang Guru .....	50
4.1 Konfigurasi Interface .....	59
4.2 Konfigurasi IP Address .....	61
4.3 Besaran Bandwidth Pada Modem ISP Di SMKN 1 Seluma .....	77
4.4 Hasil Speedtest pada Jaringan R.TU Sebelum dan Sesudah Limitasi .....	78
4.5 Hasil Speedtest pada Jaringan R.TU menggunakan 3client .....	79
4.6 Hasil Speedtest pada Jaringan R.Guru Sebelum dan Sesudah Limitasi.....	80
4.7 Hasil Speedtest pada Jaringan R.Guru menggunakan 3client .....	81

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi komunikasi informasi pada jaringan komputer sangat pesat, bersamaan dengan kemajuan perangkat lunak yang memerlukan jaringan internet. Internet merupakan perihal penting dalam masa digital, terutama di bidang akademik. Dalam dunia pendidikan jaringan internet telah diterapkan mulai dari tingkatan sekolah bawah hingga perguruan tinggi.

SMK Negeri 1 Seluma adalah salah satu institusi pendidikan yang terletak kurang lebih 3 km dari jalan lintas yang mana harus menggunakan jaringan internet berbasis Wireless point to point atau biasa yang disebut P2P yang artinya Sinyal internet ditembakkan melalui gelombang radio dengan repeater dari point A ke Point B yang berada di Sekolah untuk mendukung kegiatan siswa dan guru dalam proses belajar-mengajar, serta aktivitas akademik dalam melakukan kegiatan yang berkaitan dengan administrasi sekolah. Namun, dalam realitanya jaringan internet yang ada di SMK Negeri 1 Seluma seringkali mengalami kendala. Masalah yang sering terjadi adalah pada saat digunakan banyak user yakni sinyal jaringan turun secara drastis sehingga terjadi loading. Masalah lain yang terjadi yaitu sulit untuk terhubung ke jaringan ketika sedang banyak user yang terhubung.

SMK Negeri 1 Seluma pada saat sekarang ini menggunakan jaringan Telkom Speedy dengan besaran *bandwidth* 30 Mbps dengan 1 (satu) Modem bawaan Telkom sebagai sumber internet dengan 2 (dua) *Access Point* yang dihubungkan ke Switch menggunakan kabel lan yang kemudian terpasang di Ruang TU dan Ruang guru serta jaringan kabel menuju Lab TKJ dan Lab MPLB. Tidak adanya pembagian *bandwidth* pada jaringan WLAN di SMK N 1 Seluma menimbulkan masalah yang menyebabkan pengguna tidak mendapatkan kecepatan akses internet secara merata. Selain itu bertambahnya user yang menggunakan akses internet membuat penggunaan *bandwidth* pada jaringan tidak optimal, hal tersebut mengakibatkan user sulit terhubung ke jaringan. Koneksi internet yang kurang stabil dan tidak merata mengakibatkan banyak pengguna internet mengeluh.

Dari permasalahan tersebut penulis tertarik melakukan penelitian pada jaringan WLAN di SMK N 1 Seluma, Maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan judul “**Penerapan PCQ (*Per Connection Queue*) dalam memlimitasi Bandwidth dengan Metode *Simple Queue* pada SMKN 1 Seluma.**” Penelitian ini menggunakan bantuan tools Winbox sebagai alat untuk management bandwidth.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah bagaimana mengoptimalkan jaringan dan manajemen *bandwidth* menggunakan metode PCQ dengan Simple Queue pada Mikrotik di SMK Negeri 1 Seluma?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini fokus dan tidak menyimpang dari permasalahan yang ada, maka penulis memberi pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Mikrotik yang digunakan dalam memmanagement bandwidth ini adalah RB951ui- 2nD sebagai perangkat pengatur jaringan.
2. Penelitian berfokus pada jaringan wireless saja.
3. Melakukan pengujian test bandwidth dengan speedtest untuk melihat hasil pembagian bandwidth.
4. Untuk pengujian bandwidth hanya menggunakan beberapa client.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah agar *bandwidth* pada jaringan internet di SMKN 1 Seluma bisa dimanagement secara merata kepada user untuk mengakses internet, agar tiap user (Siswa, Guru, dan staf) yang ada dapat menggunakan jaringan internet dengan maksimal.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Diharapkan dapat menambah pengetahuan peneliti mengenai cara memmanagement *bandwidth* pada suatu jaringan internet menggunakan metode Per Connection Queue (PCQ) dengan Simple Queue.

2. Bagi Sekolah

Dapat memberikan jaringan internet yang lebih baik kedepannya dalam menunjang kegiatan akademik di SMKN 1 Seluma.

### 3. Bagi Pembaca

Diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan wawasan tentang cara mengoptimalkan dan manajemen *bandwidth* pada jaringan internet menggunakan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dengan *Simple Queue*.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Jaringan Komputer**

Jaringan komputer merupakan suatu kumpulan pc, printer, serta peralatan yang lain yang saling tersambung. Data serta informasi bergerak lewat kabel- kabel sehingga mengizinkan pengguna jaringan pc bisa saling bertukar dokumen serta informasi. Komputer sudah jadi aspek berarti dari kehidupan sehari- hari. Digunakan dalam bisnis buat lembaga nirlaba, oleh pemerintah serta orang. Sementara kita bergantung pada pc tiap hari buat melaksanakan pekerjaan ataupun buat sekedar untuk menghabiskan waktu. Tanpa jaringan yang digunakan buat berbicara, penggunaan komputer tidak akan maksimal. Jaringan ini memiliki berbagai macam dalam tipe serta dalam ruang lingkup tertentu.(Di & Kefamenanu, 2022)

Menurut Forouzan di dalam bukunya yang berjudul Computer Network A Top Down Approach, disebutkan bahwa jaringan komputer adalah hubungan dari sejumlah perangkat yang dapat saling berkomunikasi satu sama lain.Perangkat yang dimaksud pada definisi ini mencakup semua jenis perangkat komputer dan perangkat penghubung (Afriansyah & Ardhy, 2021).

Menurut Kristanto dalam (Junirma Buttu, 2023), Jaringan komputer adalah sekumpulan komputer otonom yang saling berhubungan satu sama lain menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat saling berbagi informasi, program untuk berbagi perangkat keras seperti printer, hard drive, dan lain sebagainya.

Jaringan komputer merupakan kumpulan 2 ataupun lebih komputer yang saling terhubung untuk melaksanakan komunikasi informasi. Hubungan 9 antara 2 komputer ataupun lebih bisa terjadi jika menggunakan media kabel ataupun nirkabel (tanpa kabel). Sehingga dapat digunakan user jaringan komputer untuk dapat saling melakukan pertukaran data, seperti document dan lainnya. (Rika Widianita, 2023)

## **2.2 Jenis-jenis Jaringan Komputer**

Saat ini ada beberapa jenis jaringan komputer yang digunakan di seluruh dunia, antara lain perusahaan telekomunikasi, instansi pemerintah, lembaga pendidikan dll. Jenis-jenis jaringan komputer meliputi *Metropolitan Area Network (MAN)*, *Wide Area Network (WAN)*, *Local Area Network (LAN)* dan *Wireless Local Area Network (WLAN)*.

### **2.2.1 Metropolitan Area Network (MAN)**

Jaringan *Metropolitan Area Network (MAN)* adalah jaringan yang luasnya meliputi satu kota serta beberapa wilayah di sekitarnya. Contohnya adalah jaringan ponsel (telepon seluler), sistem telepon rumah, dan jaringan relay beberapa Internet Service Provider (ISP). (Ardhiansyah et al., 2020)

### **2.2.2 Wide Area Network (WAN)**

Jaringan komputer yang mencakup area yang besar sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan router dan saluran komunikasi publik.

WAN adalah suatu jaringan komputer terdiri dari LAN dan MAN. Jaringan WAN telah memenuhi standar berbagai sistem jaringan, seperti jaringan publik di perbankan, jaringan jual beli online, jaringan layanan penjualan dan jaringan lainnya. WAN menggunakan protokol internet dalam bentuk penyedia layanan jaringan (NSP). Tanpa NSP, jaringan WAN tidak akan berfungsi. Dengan membentuk jaringan internet global. Dengan demikian, internet dapat diakses oleh orang yang akan menggunakan jaringan tersebut. Jaringan WAN hanya mengedepankan kecepatan fasilitas akses transmisi sehingga semua komunikasi dapat berjalan dengan lancar dan efisien. Selain itu, WAN berfungsi untuk mengontrol jumlah lalu lintas data dan mencegah terjadinya penundaan yang berlebihan, sehingga transfer data akan lebih cepat Internet .(Junirma Buttu, 2023)

### **2.2.3 Local Area Network (LAN)**

LAN atau *Local Area Network* adalah konsep yang menghubungkan perangkat jaringan dalam jarak yang relatif pendek. Biasanya di gunakan untuk gedung sekolah, kantor, rumah, dll. Konsep jaringan LAN ini cenderung menggunakan konektivitas tertentu, terutama Ethernet dan Token Ring. Ada juga LAN yang menggunakan teknologi jaringan Wireless atau nirkabel dengan WI-FI dan dikenal dengan nama *Wireless Local Area Network* (WLAN). (Astuti, 2018)

LAN adalah jaringan komputer yang mencakup *area* lokal,

seperti rumah, kantor atau *group* dari bangunan. LAN sekarang lebih banyak menggunakan teknologi berdasar IEEE 802.3 *Ethernet switch*, atau dengan Wi-Fi (*wireless fidelity*). Kebanyakan berjalan pada kecepatan 10, 100, atau 1000 Mbps. Perbedaan yang menyolok antara *Local Area Network* (LAN) dengan *Wide Area Network* (WAN) adalah lebih menggunakan data lebih banyak, hanya untuk daerah yang kecil, dan tidak memerlukan sewa jaringan. Walaupun sekarang *ethernet switch* yang paling banyak digunakan pada *layer* fisik dengan menggunakan TCP/IP sebagai protokol, setidaknya masih banyak perangkat lainnya yang dapat digunakan untuk membangun LAN. LAN dapat dihubungkan dengan LAN yang lain menggunakan *router* dan *leased line* untuk membentuk WAN. Selain itu dapat terkoneksi ke internet dan bisa terhubung dengan LAN yang lain dengan menggunakan *tunnel* dan teknologi VPN. (Di & Kefamenanu, 2022)

#### **2.2.4 *Wireless Local Area Network* (WLAN)**

WLAN, sebagai local area network wireless, seperti lab maupun perpustakaan, digunakan sebagai membentuk suatu jaringan atau koneksi ke internet. Jaringan WLAN dapat dibentuk pada beberapa pemakai membutuhkan *accesss point*. (Rika Widianita, 2023)

*Wireless LAN* (WLAN) atau *Wireless Fidelity* (*wi-fi*), yaitu teknologi yang digunakan untuk mentransmisikan data yang

berjalan pada jaringan komputer lokal dengan menggunakan infrastruktur dan media transmisi yang baru. *Wireless LAN* dapat mengakses informasi dan dapat mendirikan jaringan tanpa perlu menggunakan kabel, *Wireless LAN* sebenarnya hampir sama dengan jaringan LAN, akan tetapi setiap *node* pada WLAN menggunakan *wireless device* untuk berhubungan dengan jaringan *node* pada WLAN, menggunakan kanal frekuensi yang sama dan SSID yang menunjukkan identitas dari *wireless device*. Salah satu standar yang mendukung teknologi ini adalah IEEE (*Institute for Electrical and Electronic Engineers*) 802.11. (Di & Kefamenanu, 2022)

## **2.3 Komponen Utama Jaringan Komputer**

### **2.3.1 *Network Interface Card (NIC) /LAN Card***

NIC (Network Interface Card) adalah peralatan jaringan yang berhubungan langsung dengan komputer dan di desain agar komputer dapat saling berkomunikasi. NIC juga menyediakan akses ke media fisik jaringan. Jenis NIC yang beredar terbagi menjadi dua jenis, yakni NIC yang bersifat fisik dan NIC yang bersifat logic. Setiap jenis NIC diberi nomor alamat yang disebut dengan MAC (Media Access Control). NIC (Network Interface Card) Kabel UTP merupakan salah satu media transmisi yang paling banyak digunakan untuk membuat sebuah jaringan LAN (Local Area Network) selain harga relative lebih murah, mudah dipasang dan cukup bisa diandalkan. (Buana et al., 2023)

*Network Interface Card (NIC) LAN card* merupakan sebuah alat yang sangat penting dalam membangun sebuah jaringan, baik dalam skala kecil maupun besar. Alat ini dapat berupa kartu (*card*) atau melekat pada *motherboard (onboard)*. Alat ini berfungsi untuk menghubungkan kabel dari *hub* ke komputer dan masing-masing komputer agar dapat saling berhubungan harus ada yang namanya *LAN card*. (Di & Kefamenanu, 2022)



**Gambar 2.1 LAN Card**

### **2.3.2 Router**

*Router* adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan dua buah jaringan yang memiliki perbedaan pada lapisan OSI I, II, dan III, misal LAN dengan *Network* akan dihubungkan dengan jaringan yang menggunakan UNIX.

Perangkat router menerjemahkan informasi dari satu jaringan ke jaringan yang lainnya. Perangkat ini bisa dibilang mirip dengan bridge, tetapi lebih pintar. Router bekerja dengan mencari jalur terbaik untuk mengirim pesan berdasarkan dari alamat tujuan serta asalnya. Sebuah bridge bisa mengetahui jejak alamat setiap

komputer pada kedua sisi jaringan, namun router dapat mengetahui semua alamat dari komputer, bridge, serta router lainnya. Intinya, router bisa mengetahui semua isi jaringan, melihat sisi jaringan mana yang paling sibuk, serta bisa menarik data dari sisi yang sibuk hingga sisi tersebut bersih. Apabila sebuah kantor atau organisasi lain mempunyai LAN dan ingin terhubung ke internet, mereka harus membeli router. Ini dikarenakan router dapat menerjemahkan informasi antara LAN tersebut dengan internet. (Ardhiansyah et al., 2020)



**Gambar 2.2 Router**

### **2.3.3 Switch**

*Switch* adalah perangkat jaringan yang digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat dalam suatu jaringan lokal (LAN). *Switch* menggunakan alamat *Media Access Control* (MAC) untuk mengirimkan data secara efisien dari satu perangkat ke perangkat lain dalam jaringan. *Switch* juga memiliki kemampuan untuk menyeleksi setiap perangkat yang dapat terhubung melalui

MAC Address. Fungsi *switch* adalah untuk meneruskan perangkat-perangkat yang terhubung ke *switch* tersebut.



**Gambar 2.3 Switch**

#### **2.3.4 Access Point**

Access Point adalah alat yang menjadi pusat koneksi dari pengguna (user) ke ISP (Internet Service Provider), atau dari kantor cabang ke kantor pusat apabila jaringan tersebut merupakan jaringan dari perusahaan. Access-Point berguna untuk mengonversikan sinyal frekuensi radio (Radio Frequency / RF) menjadi sinyal digital, kemudian menyalurkannya melalui kabel, atau ke perangkat Wireless LAN lain dengan cara mengonversikannya kembali menjadi sinyal frekuensi radio. (Ardhiansyah et al., 2020)



**Gambar 2.4 Access Point**

### 2.3.5 Kabel *Twisted Pair*

Kabel *Twisted Pair* adalah kabel jaringan yang terdiri dari beberapa kabel yang dililit perpasangan, jenis kabel *twisted pair* dapat dilihat pada Tabel 2.1. Tujuannya dililit perpasangan untuk mengurangi induksi *elektromagnetik* dari luar maupun dari efek kabel yang berdekatan.

**Tabel 2.1 Kategori kabel *twisted pair***

Kategori	<i>Bandwidth</i>	Kegunaan
Cat.1	4 MHz	Telepon dan Modem
Cat.2	10 MHz	Sistem Terminal Kuno
Cat.3	16 MHz	10BASE-T and 100BASE-T4 Ethernet
Cat.4	20 MHz	16 Mbit/s Token Ring
Cat.5	100 MHz	100BASE-TX Ethernet
Cat.5e	100 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T Ethernet
Cat.6	250 MHz	1000BASE-T Ethernet
Cat.6e	250 MHz	10GBASE-T (under development) Ethernet
Cat.6a	500 MHz	10GBASE-T (under development) Ethernet
Cat.7	600 MHz	Belum diaplikasikan
Cat.7a	1200 MHz	Telephone, CATV, 1000BASE-T satu jalan

Sumber : A. Micro, *Dasar-dasar Jaringan Komputer*(Di & Kefamenanu,

2022). Ada tiga jenis kabel *Twisted Pair*, yaitu :

1. UTP (*Unshielded Twisted Pair*)

Kabel UTP adalah kabel *Twisted Pair* tanpa ada foil pelindung

luar. Kabel ini umumnya digunakan untuk instalasi *indoor* dan lalu lintas data yang tidak sensitif.

## 2. FTP ( *Foiled Twisted Pair* ) atau S/UTP

Kabel FTP atau yang dikenal juga sebagai S/UTP menggunakan aluminium foil untuk melindungi lapisan terluar (dibawah karet luar), untuk mengurangi interferensi *elektromagnetik* dari luar.

## 3. STP ( *Shielded Twisted Pair* )

Kabel STP menggunakan lapisan aluminium foil untuk melindungi setiap pasangan kabel didalamnya. Varian lain seperti S/STP juga menambahkan lapisan foil dibawah karet terluar (seperti FTP) untuk pelindungan ekstra terhadap interferensi *elektromagnetik*.

## 2.4 Topologi Jaringan Komputer

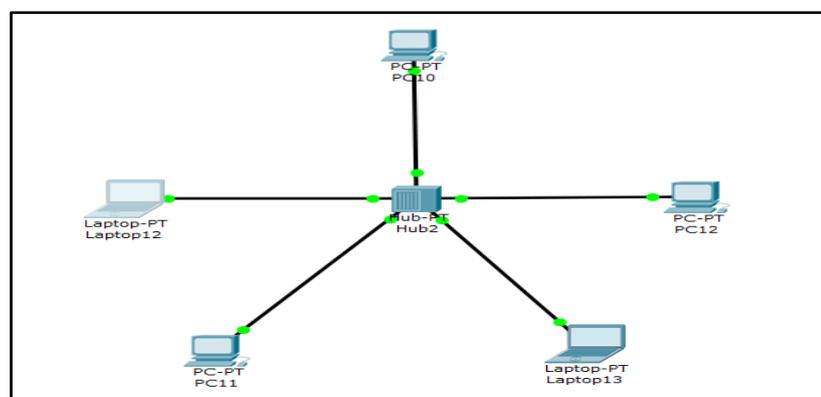
Topologi jaringan komputer adalah infrastruktur fisik jaringan komputer yang digunakan untuk mengimplementasikan LAN.

Komputer Menurut Madcoms dalam (Junirma Buttu, 2023) Topologi jaringan merupakan gambaran pola hubungan antara komponen-komponen jaringan, yang meliputi komputer server, komputer client (workstation), hub (switch), pengkabelan, dan komponen jaringan yang Lain. Terdapat beberapa topologi jaringan yang dapat Anda sesuaikan dengan kondisi di lapangan. Perangkat Jaringan Komputer.

Berikut adalah jenis-jenis topologi jaringan komputer :

### 2.4.1 Topologi Star

Topologi *star* memungkinkan komunikasi antara perangkat/*node* tertentu dengan cara yang tidak diketahui oleh perangkat/*node* lain. Ini berarti bahwa keamanan topologi *star* lebih tinggi dari pada topologi *bus*, dapat dilihat pada gambar 2.5. Jika salah satu cabang jaringan mati, itu tidak akan mempengaruhi operasi jaringan lainnya. Ada *node* pusat dalam topologi bintang di mana semua perangkat yang berpartisipasi saling berhubungan. Dalam prakteknya, *node* pusat adalah *hub*, *switch* atau *router*. Kecepatan data topologi *star* bervariasi dari 10 hingga 100 Mbps, berdasarkan 10BaseT dan 100BaseT. Koneksi fisik dari perangkat yang berpartisipasi dapat berupa *unshielded twisted pair* (UTP) atau *shielded twisted pair* (STP), yang juga merupakan salah satu keuntungan terpenting dari topologi *star*. Tidak seperti solusi *bus*, banyak pengguna dapat mengambil keuntungan penuh dari kapasitas pada saat yang sama dalam topologi *star*. Kekurangannya adalah apabila *hub* pusat rusak, maka seluruh jaringan bintang menjadi rusak. (Di & Kefamenanu, 2022)

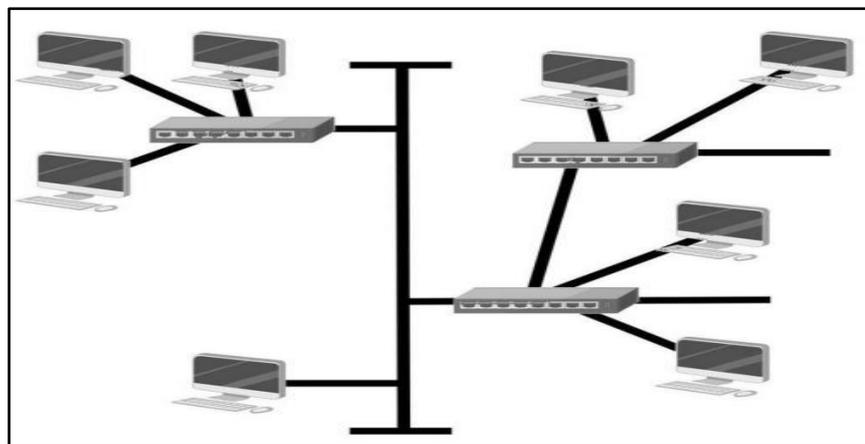


Gambar 2. 5 Topologi Star

### 2.4.2 Topologi Tree

Topologi *Tree* adalah kombinasi atau penggabungan dari topologi *Bus* dan topologi *Star*. Dalam topologi ini tidak semua *node* mempunyai kedudukan yang sama, dapat dilihat pada Gambar 2.6. *Node* yang mempunyai kedudukan tinggi menguasai *node* dibawahnya, sehingga *node* yang terbawah sangat tergantung pada *node* di atasnya. Penerapan teknologi ini biasa digunakan pada infrastruktur jaringan LAN antar dua gedung.

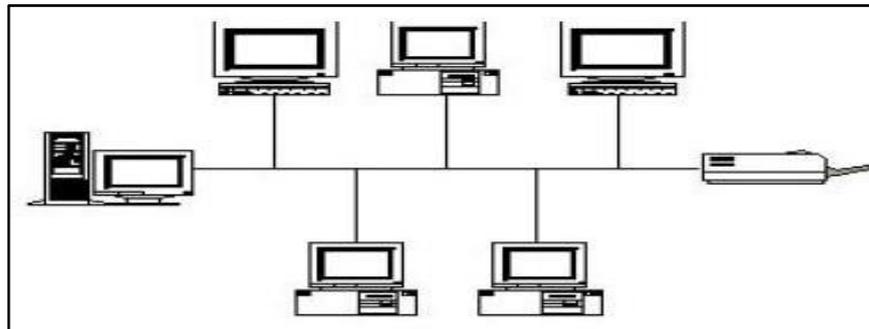
Topologi *Tree* adalah Topologi yang bertingkat dan hierarki antar koneksi menggunakan Hub atau Switch sebagai media transmisinya dan masing-masing dari hub atau Switch tersebut terhubung dengan file Server. (Astuti, 2018)



**Gambar 2. 6 Topologi Tree**

### 2.4.3 Topologi Bus

Topologi *bus* mudah dipasang dan perawatannya sederhana. Perangkat dapat dengan mudah ditambahkan dan dihapus dari jaringan ini. Kelemahan topologi *bus* adalah bahwa semua data dan sinyal dirutekan melalui semua titik koneksi, yaitu, jaringan menangani seluruh lalu lintas yang dihasilkan oleh pengguna. Untuk alasan ini, topologi *bus* mewakili jaringan *broadcast*. Hal ini menciptakan keterbatasan kapasitas, dan meningkatkan potensi risiko keamanan seperti penyadapan serta masalah pada layanan saat terjadi pemutusan kabel fisik. Pada Gambar 2.7 merupakan topologi *bus network*. (Di & Kefamenanu, 2022)

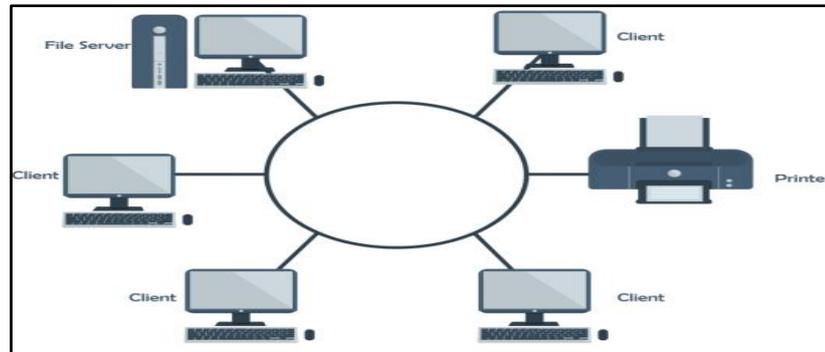


**Gambar 2.7 Topologi Bus**

### 2.4.4 Topologi Ring

Topologi Ring merupakan topologi yang berbentuk lingkaran, dimana setiap perangkat terhubung langsung dengan dua perangkat lain, sehingga satu node memiliki dua kabel. Topologi ini memakai kabel coaxial dengan konektor BNC, berbeda dengan bus topologi Ring tidak menggunakan end-connector karena semua kabel

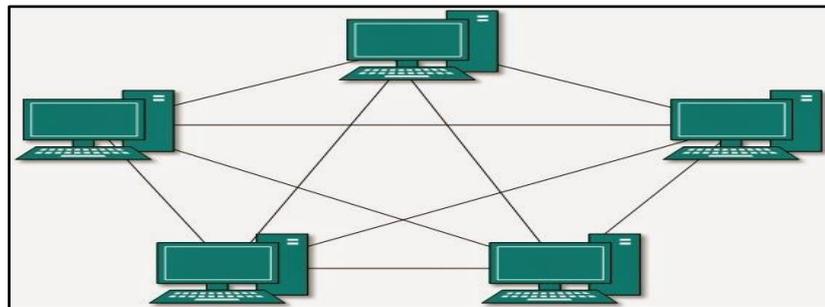
langsung terhubung dengan perangkat jaringan. Pada gambar 2.8 merupakan topologi *ring* (Anas et al., 2018)



**Gambar 2. 8 Topologi Ring**

#### 2.4.5 Topologi Mesh

Topologi *Mesh* adalah topologi jaringan yang semua komputernya saling terkoneksi satu sama lain, yang penerapannya pada jaringan WAN (*Wide Area Network*), dapat dilihat pada Gambar 2.9. (Di & Kefamenanu, 2022)



**Gambar 2. 9 Topologi Mesh**

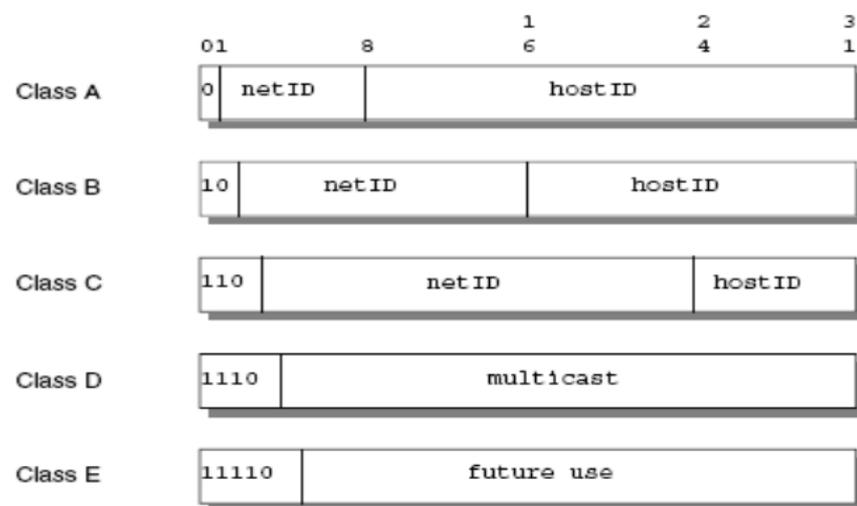
### 2.5 IP Address

Untuk mengidentifikasi suatu *host* pada *internet*, maka tiap *host* diberi *IP address*, atau *internet address*. Apabila *host* tersebut tersambung dengan lebih dari 1 jaringan maka disebut *multi-homed* dimana memiliki satu IP

*address* untuk masing-masing *interface*. IP *address* terdiri dari : IP *Address* = <nomer *network*><nomer *host*>. IP *address* merupakan 32 bit bilangan *biner* dimana bisa dituliskan dengan bilangan desimal dengan dibagi menjadi empat kolom dan dipisahkan dengan titik.

### 2.5.1 Pembagian Kelas Alamat IP (*Class-based IP Address*)

*Bit* pertama dari alamat IP memberikan spesifikasi terhadap sisa alamat dari IP. Selain itu juga dapat memisahkan suatu alamat IP dari jaringan *Network*. Alamat *Network* (*network address*) biasa disebut juga sebagai *netID*, sedangkan untuk alamat *host* (*host address*) biasa disebut juga sebagai *host ID*. Pada Gambar 2.10 merupakan pembagian IP *address*.



**Gambar 2.10** Pembagian IP *Address*

Dimana :

1. Kelas A : Menggunakan 7 bit alamat network dan 24 bit untuk alamat host. Dengan ini memungkinkan adanya  $2^{24}$  (16777214) host, atau lebih dari 2 juta alamat.  $2^{24}$  (126) jaringan dengan 224
2. Kelas B : Menggunakan 14 bit alamat network dan 16 bit untuk alamat host. Dengan ini memungkinkan adanya  $2^{16}$  (65534) host, atau sekitar 1 juga alamat.  $2^{16}$  (16382) jaringan dengan 216.
3. Kelas C : Menggunakan 21 bit alamat network dan 8 bit untuk alamat host. Dengan ini memungkinkan adanya  $2^8$  (254) host, atau sekitar setengah juta alamat.  $2^{21}$  (2097150) jaringan dengan 28
4. Kelas D : Alamat ini digunakan untuk multicast
5. Kelas E : Digunakan untuk selanjutnya

Kelas A digunakan untuk jaringan yang memiliki jumlah *host* yang sangat banyak. Sedangkan kelas C digunakan untuk jaringan kecil dengan jumlah *host* tidak sampai 254. Sedangkan untuk jaringan dengan jumlah *host* lebih dari 254 harus menggunakan kelas B.

## 2.6 Mikrotik

Mikrotik adalah sistem operasi independen berbasis Linux, khusus untuk komputer yang berfungsi sebagai router. Mikrotik sangat baik untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah sistem jaringan berskala kecil hingga yang kompleks.

Mikrotik digunakan sejak tahun 1995 yang awalnya ditujukan untuk perusahaan jasa layanan internet (Internet Service Provider/ISP).

( Samsumar, L. D., et al., 2018)

Mikrotik adalah sebuah merek dari sebuah perangkat jaringan. Pada awalnya Mikrotik hanyalah sebuah perangkat lunak atau *software* yang dipasang pada komputer yang akan digunakan untuk mengontrol jaringan, tetapi dalam perkembangannya, saat ini Mikrotik telah menjadi sebuah *device* atau perangkat jaringan yang handal dan harga yang terjangkau, serta banyak digunakan pada *level* perusahaan penyedia jasa *internet* (ISP). Mikrotik digunakan sebagai pengatur jaringan utama.

### 2.6.1 Jenis-jenis Mikrotik

Mikrotik terdiri atas dua jenis yaitu Mikrotik *RouterOS* dan

Mikrotik *RouterBoard* :

#### 1. Mikrotik RouterOS

Mikrotik *RouterOS* merupakan sistem operasi yang diperuntukan sebagai *router network*. Mikrotik *RouterOS* sendiri adalah sistem operasi dan perangkat lunak yang dapat membuat komputer biasa menjadi sebuah *router network* yang handal.

#### 2. Mikrotik RouterBoard

Mikrotik *RouterBoard* adalah perangkat keras (*hardware*) buatan Mikrotik yang menjalankan sistem *RouterOS*. Mikrotik *Routerboard* seperti sebuah *PC mini* yang terintegrasi karena dalam satu *board* tertanam prosesor, *ram*, *rom*, dan memori

*flash*. Secara umum, Mikrotik memang memiliki cukup banyak fasilitas yang sangat berguna untuk sebuah *router*. Kemampuannya jika diinstal pada komputer *Pentium IV* menyamai *router* bermerek kelas menengah, sedangkan penggunaan *routerboard* sebagai perangkat *wireless* juga cukup bisa diandalkan dan disejajarkan dengan perangkat-perangkat *wireless* kelas satu. Untuk melakukan pengembangan jaringan dalam penelitian ini, digunakan perangkat Mikrotik router melalui Windows Application yaitu WinBox.

## 2.7 QoS (*Quality Of Service*)

QoS (*Quality of Service*) adalah sebuah mekanisme sebuah jaringan yang digunakan untuk memberikan layanan yang lebih baik dengan menggunakan parameter parameter QoS seperti throughput, packet loss, jitter, dan delay (Nisa, I. S. N., et al, 2024).

QoS (*Quality of Service*) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk melakukan manajemen *bandwidth*. Mengapa *bandwidth* internet perlu dilakukan manajemen supaya koneksi internet disuatu titik akses tidak dimonopoli oleh satu user atau sekelompok user saja. (Purwahid & Triloka, 2019)

Menurut TIPHONE QoS merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu service. *Quality of Service* (QoS) digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut performa yang telah

diasosiasikan dengan suatu service, dengan parameter berupa delay, jitter, packet loss dan throughput. (Rachmadi, dkk 2023)

Menurut Fatoni QoS adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, mengatasi jitter dan delay. Parameter QoS adalah latency, jitter, packet loss, throughput, mean opinion source (MOS), echo cancellation dan post dial delay (PDD). QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan (Tri Rachmadi, dkk. 2022).

### **2.7.1 Model Layanan QoS (*Quality of Service*)**

*Quality of Service* (QoS) menggunakan pendekatan yang digunakan untuk mengukur kemampuan sebuah layanan jaringan. Secara umum, metode ini terdiri dari 3 model layanan yaitu: (Purwahid, M., & Triloka, J. (2019).

#### **1. Best-effort service**

Best-effort service adalah satu model layanan dimana aplikasi mengirim data setiap kali diharuskan dalam setiap kuantitas, dan tanpa meminta izin atau memberitahukan terlebih dahulu kepada jaringan. Untuk layanan Besteffort service, jaringan mengirimkan data jika tanpa jaminan kehandalan batas, atau throughput.

#### **2. Integrated service**

Integrated service adalah layanan beberapa model yang dapat menampung beberapa persyaratan QoS. Dalam model ini aplikasi meminta jenis layanan tertentu dari jaringan sebelum

mengirim data. Aplikasi menginformasikan jaringan dari traffic profile dan meminta jenis layanan tertentu yang dapat mencakup Bandwidth dan delay requirement. Aplikasi ini diharapkan untuk mengirim data hanya setelah mendapat konfirmasi dari jaringan.

### 3. Differentiated service

Differentiated service adalah layanan beberapa model yang dapat memenuhi persyaratan QoS yang berbeda. Namun, tidak seperti dalam model Integrated service, aplikasi yang menggunakan Differentiated service tidak secara eksplisit memberi isyarat router sebelum mengirim data.

#### **2.7.2 Parameter-parameter QoS (*Quality of Service*)**

Ada 5 parameter *Quality of Service* yaitu : Purwahid, M., & Triloka, J. (2019).

##### 1. Bandwith

Bandwidth adalah luas atau lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam medium transmisi. Bandwidth sering digunakan sebagai suatu sinonim untuk kecepatan transfer data (transfer rate) yaitu jumlah data yang dapat dibawa dari sebuah titik ke titik lain dalam jangka waktu tertentu (pada umumnya dalam detik).

##### 2. Throughput

Throughput adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya throughput selalu

dikaitkan dengan bandwidth dalam kondisi yang sebenarnya. Bandwidth lebih bersifat fix sementara throughput sifatnya adalah dinamis tergantung trafik yang sedang terjadi.

### 3. Packet Loss

Packet losses adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang ini dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan. Packet Losses merupakan kegagalan transmisi paket data mencapai tujuannya yang disebabkan oleh beberapa kemungkinan, antara lain yaitu:

- a. Terjadinya overload trafik didalam jaringan.
- b. Tabrakan (congestion) dalam jaringan.
- c. Error yang terjadi pada media fisik.
- d. Kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena Overflow yang terjadi pada buffer.

Packet losses dapat terjadi karena kesalahan yang diperkenalkan oleh medium transmisi fisik. Hal hal yang mempengaruhi terjadinya packet losses juga bisa karena kondisi geografis seperti kabut, hujan, gangguan radio frekuensi, sel handoff selama roaming, dan interferensi seperti pohon-pohon, bangunan, dan pegunungan.

### 4. Delay (Latency)

Delay (Latency) adalah total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain

yang menjadi tujuannya. Delay di dalam jaringan terdiri dari delay processing, delay packetization, delay serialization, delay jitter buffer dan delay network.

#### 5. Jitter atau Variasi Kedatangan Paket

Jitter adalah variasi atau perubahan latency dari delay atau variasi waktu kedatangan paket. Jitter juga didefinisikan sebagai gangguan pada komunikasi digital maupun analog yang disebabkan oleh perubahan sinyal karena referensi posisi waktu. Adanya jitter ini dapat mengakibatkan hilangnya data, terutama pada pengiriman data dengan kecepatan tinggi. Banyak hal yang dapat menyebabkan jitter, antara lain:

- a. Panjangnya antrian dalam waktu pengolahan data,
- b. Peningkatan trafik secara tiba-tiba sehingga menyebabkan penyempitan Bandwidth dan menimbulkan antrian dan,
- c. Kecepatan terima dan kirim paket dari setiap node juga dapat menyebabkan jitter.
- d. Jitter merupakan parameter yang mewakili QoS audio, atau ukuran variasi penundaan paket berturut-turut pada suatu arus lalu lintas. Dengan mengetahui berapa banyak jitter yang dihasilkan dalam proses akses internet, maka akan diketahui kualitas dari suatu device yang digunakan menghitung rata-rata nilai jitter yang dihasilkan.

## 2.8 *Bandwidth*

*Bandwidth* adalah kapasitas atau daya tampung kabel *ethernet* agar dapat dilewati *traffic* paket data dalam jumlah tertentu. *Bandwidth* juga bisa berarti jumlah konsumsi paket data per satuan waktu yang dinyatakan dengan satuan *bit per second* (bps). *Bandwidth internet* disediakan oleh provider *internet* dengan jumlah tertentu tergantung sewa pelanggan. Dengan QoS dapat diatur agar *user* tidak menghabiskan *bandwidth* yang disediakan oleh provider. Istilah *bandwidth* muncul dari bidang teknik elektro, dimana *bandwidth* mempresentasikan jarak keseluruhan atau jangkauan di antara sinyal tertinggi dan terendah pada kanal (*band*) komunikasi. Pada dasarnya *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kapasitas, maka umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik, meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung pada faktor-faktor lain, misalnya *latency* yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi.

## 2.9 *Manajemen Bandwidth*

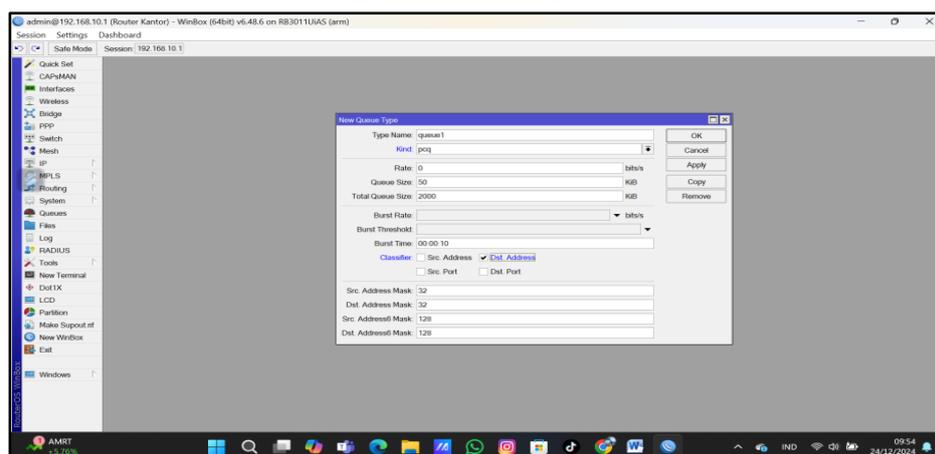
*Bandwidth Management System* (BMS) adalah sebuah metode yang diterapkan untuk mengatur besarnya *bandwidth* yang akan digunakan oleh masing-masing *user* di sebuah jaringan sehingga penggunaan *bandwidth* akan terdistribusi secara merata. Ada beberapa metode yang dapat diterapkan untuk mengimplementasikan *bandwidth* management ini diantaranya melalui *proxy server*, QoS atau *traffic shapping*, atau pembatasan *bandwidth* atau *limiter*. Di dalam dunia internet sering di

dengar istilah *limiter* atau pembatasan kecepatan untuk melakukan akses ke internet. Ada beberapa jenis *system limiter* yang biasa di aplikasikan ke *router*, mulai dari yang simple hingga yang kompleks.

### 2.10 Per Connection Queue (PCQ)

PCQ merupakan salah satu cara melakukan manajemen bandwidth yang cukup mudah dimana PCQ bekerja dengan sebuah algoritma yang akan membagi bandwidth secara merata ke sejumlah client yang aktif. PCQ ideal diterapkan apabila dalam pengaturan bandwidth kita kesulitan dalam penentuan bandwidth per client. (Triyanti & Windriyani, 2022)

Dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah merupakan tampilan dari PCQ.



Gambar 2.11 Per Connection Queue

### 2.11 Simple Queue

*Simple Queue* adalah cara pelimitan dengan menggunakan pelimitan sederhana berdasarkan *data rate*, dapat dilihat pada Gambar 2.12. *Simple queue* merupakan cara termudah untuk melakukan manajemen *bandwidth* yang diterapkan pada jaringan skala kecil sampai menengah untuk mengatur pemakaian *bandwidth upload* dan *download* tiap *user*. Ini

berarti bahwa antrian harus selalu dikonfigurasi pada *interface* keluar mengenai arus lalu lintas. Metode *Simple queue* merupakan metode yang cukup sederhana dalam melakukan konfigurasinya. Pada metode *Simple queues* kita tidak bisa mengalokasikan *bandwidth* khusus buat *Internet Control Message Protocol* (ICMP), sehingga apabila pemakaian *bandwidth* pada *client* sudah penuh, *ping time* nya akan naik dan bahkan *Request Time Out* (RTO).

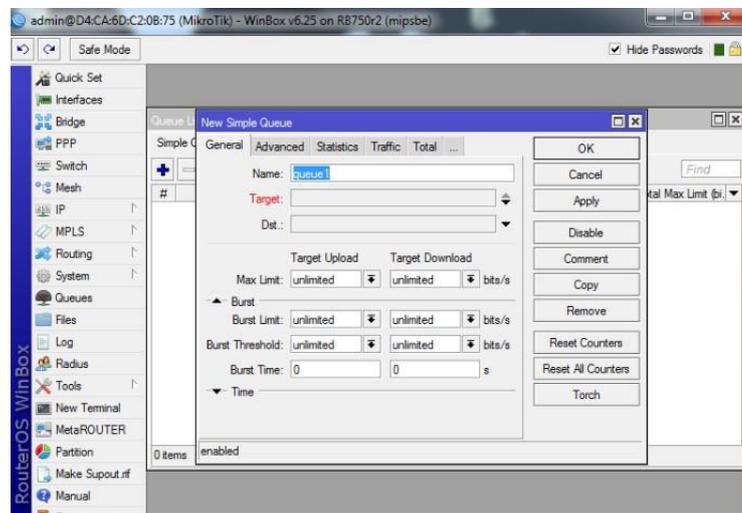
*Simple Queue* merupakan menu pada Router OS untuk melakukan manajemen bandwidth untuk skenario jaringan yang sederhana. Untuk menggunakan *Simple Queue*, pekerjaan packet classification dan marking packet tidak wajib dilakukan. Pada saat menggunakan *Simple Queue*, 1 (satu) baris konfigurasi queue sudah mampu untuk melakukan queue terhadap paket upload, paket download, maupun total upload / download sekaligus (Kurniawan et al., 2021)

Menu - menu yang terdapat pada *Simple Queue*

General :

1. Nama : Untuk menuliskan nama user yang akan di batasi *bandwidth*
2. Target : Untuk menentukan IP *address* yang akan di batasi *bandwidth*
3. *Max Limit* : Fitur yang mengatur besarnya alokasi bandwidth yang akan didapatkan user.

4. *Burst* : Fitur yang memungkinkan *client* mendapatkan alokasi *bandwidth* lebih dari alokasi *bandwidth* maksimum yang disediakan dalam selang waktu tertentu
5. *Time* : Fitur yang mengatur manajemen *bandwidth* dengan menentukan waktu



**Gambar 2.12 Simple Queue**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian**

SMK Negeri 1 Seluma adalah institusi pendidikan menengah kejuruan yang berdiri pada tanggal 3 april 2006, SMK Negeri 1 Seluma merupakan salah satu sekolah Pusat Keunggulan (PK) di Kabupaten Seluma, Sekolah ini memiliki 3 (tiga) bidang keahlian yaitu Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, Management Perkantoran dan Layanan Bisnis, serta Teknik Kendaraan Ringan Otomotif.

SMK Negeri 1 Seluma beralamat di Kelurahan Bungamas, Kecamatan Seluma Barat, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu yang terletak kurang lebih 3 km dari jalan lintas Manna – Bengkulu.

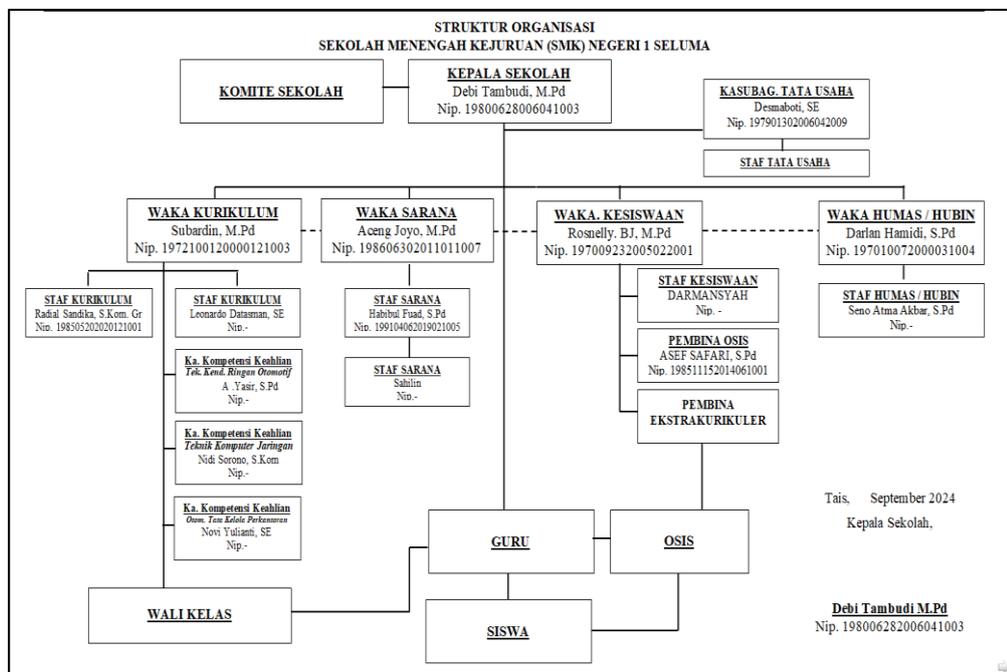
##### **3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di SMK Negeri 1 Seluma, Kelurahan Bungamas, Kecamatan Seluma Barat, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu. Waktu untuk melakukan penelitian ini dimulai pada bulan Oktober sampai dengan bulan November 2024.

##### **3.1.2 Struktur Organisasi**

Struktur Organisasi merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mendefinisikan hierarki dalam sebuah organisasi dengan tujuan untuk menetapkan bagaimana cara organisasi tersebut dapat beroperasi dan memudahkan dalam pembagian kerja, serta dapat membantu untuk mencapai tujuan yang telah di tetapkan.

Pada struktur orghanisasi di SMK N 1 Seluma hampir seluruh bagian memerlukan koneksi internet yang memadai baik dalam menjalankan tugasnya maupun hanya untuk sekedar hiburan. Terutama untuk bagian kurikulum seperti operator dapodik dalam mengimputkan data siswa maupun data para para pegawai, Maka dari itu penelitian ini sangat relevan dalam membantu kinerja yang ada pada SMK N 1 Seluma. Berikut adalah struktur organisasi SMK Negeri 1 Seluma :



**Gambar 3. 1 Stuktur Organisasi SMK N 1 Seluma**

### 3.1.3 Tugas dan Wewenang

Dari bagan struktur organisasi diatas dapat dijelaskan secara rinci tugas dari masing-masing jabatan yang ada pada SMK Negeri 1 Seluma sebagai berikut :

a. Kepala Sekolah

Tugas kepala sekolah secara umum adalah sebagai berikut:

1. Mengelola atau mengkoordinir berbagai kegiatan atau program kerja yang harus dilaksanakan oleh berbagai bagian yang ada di bawahnya (wakil kepala sekolah, kasubag TU, WMU, kepala program keahlian, semua guru, serta komite sekolah).
2. Menyusun pedoman mutu dan kebijakan mutu organisasi sekolah.
3. Memimpin kegiatan pembinaan seluruh personil sekolah, yakni seluruh guru dan pegawai sekolah.
4. Menyusun penilaian atau DP3 guru dan pegawai.
5. Menyusun RAPBS (Rencana Anggaran Pendapatan dan Belanja Sekolah).
6. Menetapkan dan mengontrol agar kebijakan mutu sekolah bisa dilaksanakan dengan baik dan lancar.
7. Mengadakan kerja sama dengan berbagai pihak eksternal, seperti orang tua, alumni, jajaran pemerintahan, dan lain sebagainya.
8. Melakukan pengawasan serta supervisi tugas para guru dan karyawan sekolah.
9. Menyelenggarakan rapat koordinasi dan tinjauan manajemen.

Adapun wewenang kepala sekolah secara umum yaitu :

1. Mengesahkan berbagai perubahan dokumen yang dibutuhkan.
  2. Mengendalikan dan mengontrol sistem manajemen mutu.
  3. Mengangkat dan memberhentikan jabatan dalam kepengurusan sekolah atau unit kerja yang dipimpinnya.
  4. Memberikan teguran kepada guru dan pegawai yang terbukti telah melanggar disiplin dan tata tertib yang telah ditetapkan dan disepakati bersama.
  5. Mendelegasikan tugas kepada para wakil kepala sekolah apabila berhalangan untuk hadir dalam suatu acara atau kegiatan.
  6. Mengesahkan adanya perubahan tentang kebijakan mutu organisasi.
  7. Menerima, memindahkan, serta mengeluarkan siswa.
  8. Menandatangani berbagai surat yang dibutuhkan dalam urusan eksternal maupun internal sekolah.
- b. Kasubag Tata Usaha

Tugas dan wewenang Kasubag Tata Usaha yaitu :

1. Mengelola administrasi ketatausahaan
2. Menyusun rencana strategis dan rencana kerja anggaran
3. Mengelola pembukuan bendahara penerimaan dan pengeluaran
4. Menyusun dokumen penggunaan anggaran

5. Menyusun rencana umum pengadaan barang dan jasa
6. Menyusun rencana kebutuhan barang, pemeliharaan aset, dan daftar inventarisasi aset
7. Melaksanakan pemeliharaan gedung kantor, peralatan, dan urusan kerumahtanggaan
8. Melaksanakan tugas lain yang diberikan oleh atasan langsung

c. Waka Kurikulum

Tugas Waka Kurikulum :

1. Memahami, mengkaji dan menguasai pelaksanaan dan pengembangan kurikulum merdeka.
2. Menyusun pembagian tugas guru dan jadwal pembelajarannya.
3. Mengkoordinasikan dan menggerakkan kegiatan.
4. Mengkoordinasikan penyusunan dan pengembangan bahan ajar/modul mata pelajaran.
5. Mengkoordinasikan penyusunan program pembelajaran dan rencana pembelajaran
6. Membina pembelajaran MGMP sekolah dalam pelaksanaan pembelajaran
7. Melaksanakan pemilihan guru berprestasi
8. Membina kegiatan lomba bidang akademis (LPIP, LPIR, IMO, dll).
9. Mengkoordinasikan kegiatan evaluasi/penilaian.

Wewenang Waka Kurikulum :

1. Mensosialisasikan pelaksanaan dan pengembangan kurikulum merdeka.
2. Mengambil tindakan kreatif pembagian tugas dan penyusunan jadwal pembelajaran.
3. Mengambil inisiatif untuk mengkoordinasikan dan mengarahkan dalam penyusunan, pengembangan dan pelaksanaan kurikulum merdeka.
4. Mengkoordinasikan penyusunan dan pengembangan modul mata pelajaran/bahan ajar.
5. Mengkoordinasikan penyusunan program pembayaran, skenario pembelajaran
6. Membina pembelajaran MGMP sekolah
7. Melaksanakan pemilihan guru berprestasi
8. Mengambil inisiatif pembinaan lomba dalam bidang akademis.
9. Melakukan koordinasi dalam kegiatan ujian(harian, mid, semester, Ujian akhir).
10. Melakukan tindakan koordinasi pelaksanaan studi banding.
11. Melakukan tindakan prakasa secara proaktif dalam model pembelajaran efektif
12. Mengambil tindakan penertiban administrasi kurikulum merdeka, perangkat pembelajaran dan penilaian

d. Waka Kesiswaan

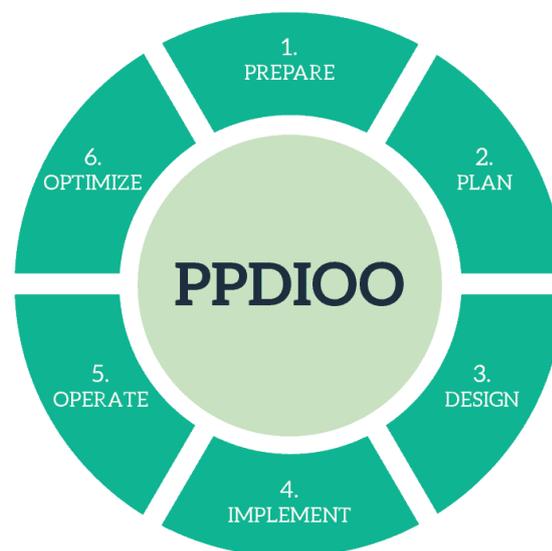
Tugas dan wewenang:

1. Menyusun program pembentukan dan pemilihan Ketua OSIS
2. Menyusun program pembinaan kesiswaan/OSIS
3. Melaksanakan bimbingan, pengarahan, pengendalian kegiatan siswa dan OSIS dalam rangka menegakkan kedisiplinan dan tata tertib sekolah.
4. Membina pengurus OSIS dalam aspek berorganisasi.
5. Menyusun program dan jadwal berkala terkait pembinaan siswa
6. Melaksanakan koordinasi dan membina keamanan, kesehatan, kebersihan, keindahan, dan kekeluargaan warga sekolahnya
7. Melaksanakan pemilihan calon siswa yang teladan dan calon siswa yang berprestasi guna penerimaan beasiswa
8. Melaksanakan pemilihan siswa untuk mewakili sekolah dalam kegiatan di luar sekolah
9. Menyusun dan merencanakan kegiatan lomba-lomba non akademis
10. Menyiapkan administrasi dalam penerimaan peserta didik baru (PPDB)
11. Melakukan pembagian kelas untuk siswa baru
12. Menjadwalkan dan mengatur mutasi siswa

13. Menyusun program kegiatan ekstrakurikuler
14. Membimbing dan mengarahkan program kegiatan ekstrakurikuler
15. Mengatur dan membuat jadwal kegiatan upacara bendera
16. Bersama wakil kepala sekolah membuat jadwal piket untuk guru dan TU
17. Membuat laporan berkala untuk kepala sekolah.

### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian untuk pengembangan jaringan yakni adalah metode PPDIOO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize*). Pada metode ini memiliki 6 tahapan yakni sebagai berikut :



**Gambar 3. 2 Alur PPDIOO**

1. *Prepare* (Persiapan)

Pada tahapan awal ini yang dilakukan adalah menganalisis permasalahan yang ada, analisis yang dilakukan yaitu berupa analisis topologi yang berjalan dan analisis pada jaringan.

2. *Plan* (Perencanaan)

Setelah melakukan analisis permasalahan yang ada kemudian masuk pada tahap perencanaan, Dimana pada tahapan ini yang dilakukan adalah menentukan hardware dan software yang akan digunakan.

3. *Design* (Desain)

Dalam tahap ini dilakukan perancangan dan penggambaran topologi jaringan baru yang akan diterapkan sehingga akan menjelaskan rangkaian sistem jaringan yang akan di implementasikan dan juga membuat flowchart konfigurasi.

4. *Implement* (Implementasi)

Pada tahap implementasi ini, desain yang telah dibuat akan diimplementasikan dengan metode yang dipakai serta dengan menggunakan hardware dan software yang sudah dipersiapkan.

5. *Operate* (Operasi)

Setelah implementasi perangkat dengan sistem yang baru, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap performansi pada jaringan.

## 6. *Optimize* (Optimasi)

Optimasi adalah tahapan terakhir dari alur PPDIIOO yaitu melakukan monitoring, melakukan konfigurasi tambahan serta membuat kesimpulan.

### 3.3 Perangkat Yang Digunakan

#### 3.3.1 Hardware

Perangkat keras yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat pada table 3.1 sebagai berikut :

**Tabel 3.1 Hardware Yang Dibutuhkan**

Hardware	Jumlah	Spesifikasi
Laptop ASUS	1 unit	<b>Processor</b> : Intel(R) Core(TM) i3-1005G1 <b>CPU</b> : @ 1.20GHz 1.20 GHz <b>Memory</b> : 4 GB <b>Storage</b> : 256 GB
AccessPoint Tp-Link Wifi Router 840N	2 unit	<b>Dimensi</b> : 7.2 X 5.0 X 1.4in.(182 X 128 X 35 Mm) <b>Antena</b> : 2 Antennas <b>Daya/power</b> : 9vdc/ 0.6a <b>Jaringan Wireless</b> : Ieee 802.11n, Ieee 802.11g, Ieee 802.11b <b>Frekuensi Sinyal</b> : 2.4-2.4835ghz signal Rate: 11n: Up To 300mbps(dynamic) 11g:Up To 54mbps(dynamic) 11b: Up To 11mbps(dynamic) <b>Antarmuka/Interface</b> : 4 10/100mbps LAN PORTS, 1 10/100mbps WAN PORT <b>Kesesuaian Sistem Operasi</b> : Support Ipv4 And Ipv6 windows 2000/xp/vista™, Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows

		10 Or Mac OS Or Linux-based Operating System <b>Lain-lain</b> : Transmit Power : Ce:
Mikrotik RB951ui-2nd	1 unit	<b>Product Code</b> : RB951Ui-2nD <b>Architecture</b> : MIPS-BE <b>CPU</b> : QCA9531-BL3A-R 650MHz <b>Current Monitor</b> : no <b>Main Storage/NAND</b> : 16MB <b>RAM</b> : 64MB <b>SFP Ports</b> : 0 <b>LAN Ports</b> : 5 <b>Gigabit</b> : No <b>Switch Chip</b> : 1 <b>MiniPCI</b> : 0 <b>Integrated Wireless</b> : 1 <b>Wireless Standarts</b> : 802.11 b/g/n <b>Wireless Tx Power</b> : 22dbm <b>Integrated Antenna</b> : Yes <b>Antenna Gain</b> : 2 x 1,5dBi <b>MiniPCIE</b> : 0 <b>SIM Card Slots</b> : No <b>USB</b> : 1 <b>Power on USB</b> : Yes <b>Memory Cards</b> : No <b>Power jack</b> : 8-30v <b>802.3af Support</b> : No <b>POE Input</b> : Yes <b>POE Output</b> : Yes,Port 5 <b>Serial Port</b> : No <b>Voltage Monitor</b> : No <b>Temperature Sensor</b> : No <b>Dimentions</b> : 113x89x28mm. <b>Operating System</b> : RouterOS <b>Temperature Range</b> : -20C .. +50C <b>RouterOS License</b> : Level4
Switch 8 port	1 unit	-
Kabel UTP cat-5e	200M	-
Tang Crimping	1 pcs	-
Konektor RJ-45	10 pcs	-

### 3.3.2 Software

Adapun perangkat lunak yang digunakan penulis dalam penelitian ini dapat dilihat pada table 3.2 sebagai berikut :

**Tabel 3. 2 Software Yang Digunakan**

Software	Versi	Kegunaan
Windows	11	Untuk menjalankan aplikasi
Winbox	3.41	Untuk melakukan konfigurasi pada mikrotik
Speedtest.com		Untuk melihat berapa besaran download dan upload pada jaringan
Web Browser		Untuk mengakses <a href="https://app.diagrams.net/">https://app.diagrams.net/</a> untuk membuat desain jaringan dan flowchart konfigurasi

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

#### 1. Kajian Pustaka

Meliputi identifikasi, lokasi, analisis dari dokumen yang berisi informasi yang pernah dilakukan sebelumnya yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian. Kajian pustaka ini berupa skripsi, jurnal, teori-teori pendukung dari *internet* dan materi yang didapat dalam perkuliahan yang berkaitan dengan penelitian ini seperti, jaringan komputer, pemodelan dan simulasi jaringan dan perancangan sistem jaringan.

## 2. Studi Lapangan

### a. Observasi

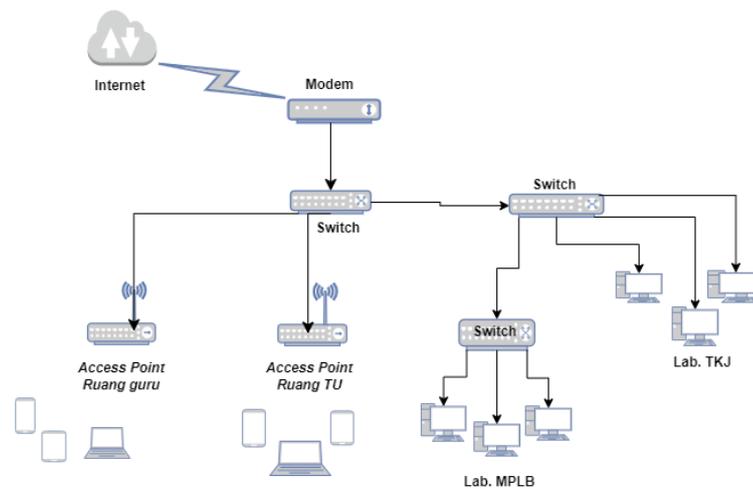
Pengumpulan data dan informasi dengan mengambil data serta dokumentasi langsung di SMKN 1 Seluma dan dengan melakukan pengecekan ulang terhadap infrastruktur jaringan.

## 3.5 Metode Perancangan Sistem

### 3.5.1 Analisis Sistem Aktual

Dapat dilihat pada gambar 3.3 merupakan topologi jaringan yang ada di SMK Negeri 1 seluma saat ini, Dimana *Modem ZTE F609* (bawaan Telkom) berperan penuh sebagai pusat *internet* yang kemudian disambungkan ke *switch1* yang disalurkan ke 2 (dua) *access point* tambahan TP-Link WA901ND dan TP-Link WA701ND yang terdapat di ruang guru dan ruang TU untuk mengakses *internet*.

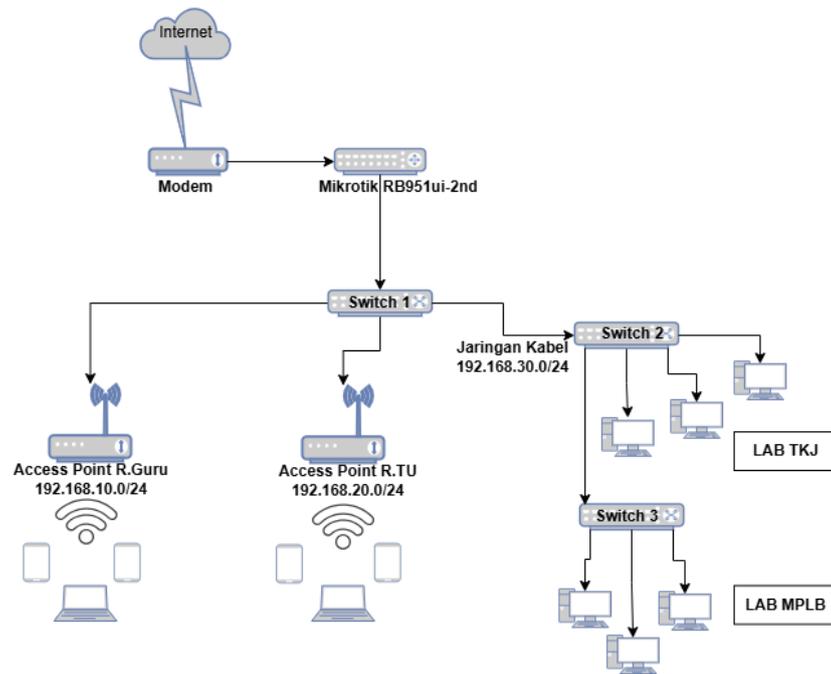
Komputer-komputer pada LAB TKJ dan MPLB menggunakan kabel UTP yang di sambungkan melalui *switch1* untuk terhubung ke jaringan *internet*. Kabel UTP sebagai penghubung antara *modem ZTE* dengan *switch1* yang diteruskan ke *switch2* tambahan yang ada pada LAB TKJ dan *switch3* pada LAB MPLB.



**Gambar 3. 3 Topologi Jaringan Berjalan**

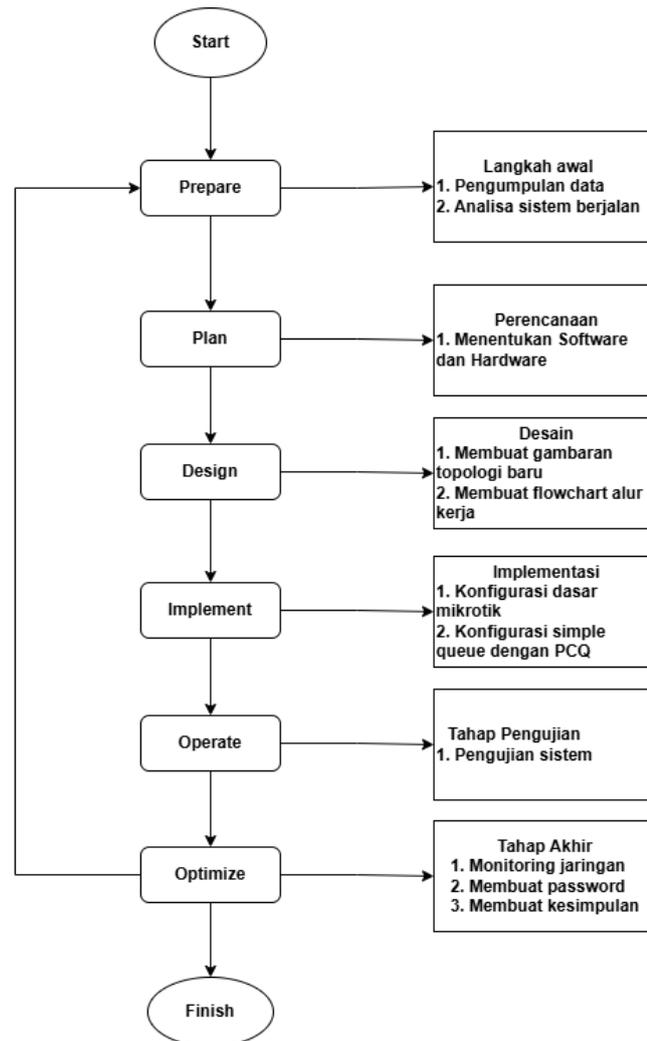
### 3.5.2 Analisis Sistem Baru

Berdasarkan topologi dibawah ini, penambahan Mikrotik RB951ui-2nd yang diusulkan sebanyak 1 unit untuk melakukan management *bandwidth* menggunakan metode PCQ dengan *Simple Queue* dan bantuan *Software Winbox* untuk penempatannya pada ruang ICT. *Bandwidth* yang dipakai sekolah adalah 30 Mbps, untuk itu peneliti mengusulkan untuk ruangan yang padat guru diberi *bandwidth* yang lebih besar seperti pada ruangan TU sebesar 15 Mbps, ruangan guru dengan *bandwidth* 10 Mbps dan jaringan kabel ke arah Lab TKJ dan ruangan Lab MPLB 5 Mbps. Dengan usulan topologi jaringan diatas diharapkan akses *internet* dapat berjalan lebih optimal.



**Gambar 3. 4 Rancangan Topologi Baru menggunakan Simple Queue**

Sistem baru yang akan di bangun merujuk pada metode PPDIOO yang memiliki 6 tahapan, dimana enam tahapan tersebut dapat disederhanakan seperti gambar 3.5 alur kerja penelitian sebagai berikut.



**Gambar 3.5 Alur Kerja Penelitian**

### 1. *Prepare*

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis permasalahan yang ada, analisis yang dilakukan yaitu berupa analisis topologi yang berjalan.

### 2. *Plan*

Setelah peneliti melakukan analisis permasalahan yang ada kemudian masuk pada tahap perencanaan, hal yang dilakukan

peneliti adalah menentukan perangkat yang akan digunakan baik berupa hardware maupun software.

### 3. *Design*

Dalam tahap ini peneliti melakukan penggambaran topologi jaringan baru yang akan digunakan dan membuat *flowchart* alur konfigurasi. Untuk merancang gambaran topologi dan *flowchart* konfigurasi, peneliti menggunakan web browser Google untuk mengakses Situs <https://app.diagrams.net/>

### 4. *Implement*

Pada tahap implementasi ini, peneliti mengimplementasikan desain yang telah dibuat menggunakan metode PCQ dengan *Simple Queue* dalam manajemen bandwidth menggunakan Mikrotik RB951ui-2nd dengan bantuan aplikasi Winbox.

### 5. *Operate*

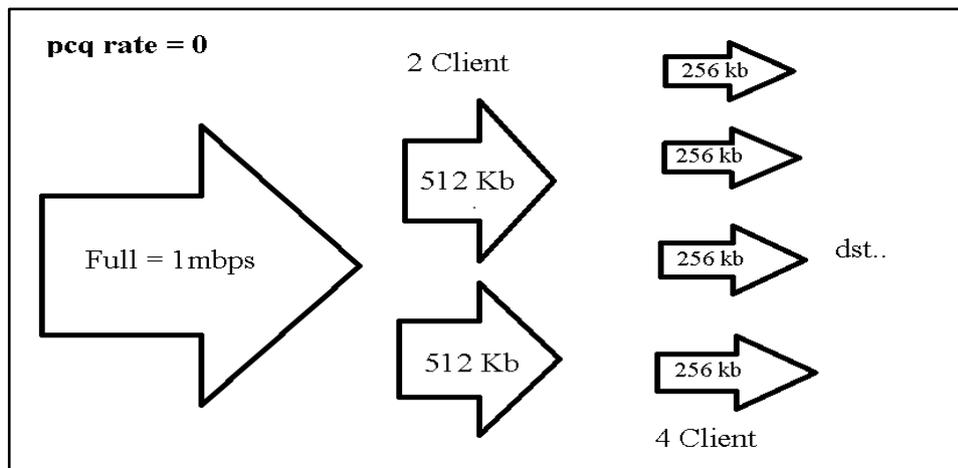
Setelah peneliti menerapkan PCQ dengan *Simple Queue* pada jaringan yang baru, tahapan selanjutnya peneliti melakukan pengujian dengan speedtest untuk mengetahui apakah sistem yang baru telah berhasil. Pengujian pada jaringan menggunakan beberapa client.

### 6. *Optimize*

Di tahapan akhir ini, peneliti melakukan monitoring user yang terhubung, membuat password pada mikrotik dan membuat kesimpulan dari hasil penelitian.

### 3.6 Skenario Pengujian Sistem Simple Queue Dengan PCQ

Dalam skenario pengujian sistem ini, Penulis melakukan pengujian apakah sistem berjalan dengan baik sebagaimana yang sudah di konfigurasi sebelumnya. Untuk pengujian ini penulis mengalokasikan bandwidth sebesar 30 Mbps dan jumlah client 3, yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.6 Skenario Pembagian Bandwidth Dengan PCQ**

1. Membuat konfigurasi PCQ di *Queue List* pada bagian *Queue Types* dengan Types Name :
  - a. PCQ-Up.TU dan PCQ-Down.TU
  - b. PCQ-Up.Guru dan PCQ-Down.Guru
  - c. PCQ-Up.Lab dan PCQ-Down.Lab
2. Menerapkan PCQ dengan *Simple Queue* per *interface* yang mana pada penelitian ini, penulis membuat 3 (tiga) *interface* pada masing-masing *interface* nantinya yang diberi Max limit (download/Upload) Sebesar 15 Mbps untuk *Ether2*, Max limit (download/Upload) sebesar 10 Mbps untuk

*Ether 3*, dan Max limit (download/Upload) sebesar 5 Mbps untuk *Ether 4*, yang dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut

**Tabel 3.3 Pembagian Bandwidth Tiap Interface**

<b>Bandwidth Management</b>	<b>Interface</b>	<b>Max Limit (Down/Up)</b>
PCQ Dengan Simple Queue	Ether2-TU	15Mbps
	Ether3-Guru	10Mbps
	Ether4-LAB	5Mbps

Dari tabel di atas untuk Ether2 merupakan *interface Access Point* ruang TU, Ether3 untuk *interface Access Point* ruang guru dan Ether4 untuk *interface* jaringan kabel menuju Lab TKJ dan MPLB.

- Melakukan pengujian pada ketiga client dengan uji *Speedtest* secara bersamaan untuk melihat apakah bandwidth pada *Ether2* sudah berjalan dengan sistem semestinya. Dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3.4 Pengujian PCQ Pada Access Point Ruang TU**

<b>Interface</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Max Limit (Down/Up)</b>	<b>Client</b>	<b>Download Rate</b>	<b>Upload Rate</b>
Ether2-TU	Speedtest	15Mb	C1	Xxx Kbps	Xxx Kbps
Ether2-TU			C2	Xxx Kbps	Xxx Kbps
Ether2-TU			C3	Xxx Kbps	Xxx Kbps

4. Melakukan pengujian pada ketiga client dengan uji *Speedtest* secara bersamaan untuk melihat apakah bandwidth pada Ether3 sudah berjalan dengan sistem semestinya. Dapat dilihat pada tabel 3.5 berikut.

**Tabel 3.5 Pengujian PCQ Pada Access Point Ruang Guru**

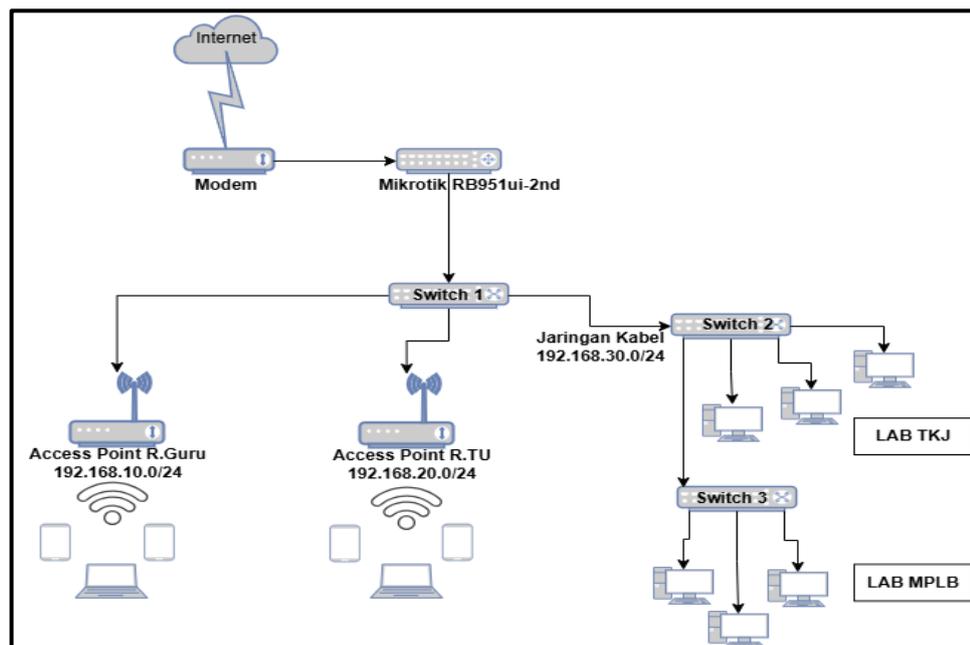
<b>Interface</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Max Limit (down/Up)</b>	<b>Client</b>	<b>Download Rate</b>	<b>Upload Rate</b>
Ether3-Guru	Speedtest	10Mb	C1	Xxx Kbps	Xxx Kbps
Ether3-Guru			C2	Xxx Kbps	Xxx Kbps
Ether3-Guru			C3	Xxx Kbps	Xxx Kbps

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Implementasi

Implementasi adalah tahap pengembangan rancangan jaringan. Pada bab 3 telah dijabarkan spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan, desain topologi baru dan konfigurasi mikrotik pada jaringan yang akan diimplementasikan menggunakan metode *Per Connection Queue (PCQ)* dengan *simple queue*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4.1 Rancangan Topologi Baru

Dapat dilihat pada gambar 4.1 diatas adalah topologi jaringan baru yang akan diterapkan metode PCQ (*Per Connection Queue*) dengan *simple queue*, dimana ada penambahan 1 buah mikrotik RB951ui-2nd sebagai perangkat pengelolah jaringan dan juga untuk melimitasi *bandwidth*

nantinya, dan 1 buah switch untuk membagi jaringan internet menjadi 3 (tiga) jaringan lokal. Berikut ini adalah perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan sebagai berikut :

1. Perangkat lunak
  - a. Windows 10
  - b. Winbox versi 3.41
  - c. Google Chrome
2. Perangkat keras
  - a. Mikrotik RB951ui-2nd
  - b. Switch Tp-Link 8 port
  - c. Access Point Tp-Link Wifi Router 840N
  - d. Kabel Lan
  - e. Tang Crimping
  - f. Konektor RJ-45

Dari penjelasan topologi baru diatas ada beberapa langkah-langkah yang akan dilakukan sebelum mengimplementasikan PCQ (*Per Connection Queue*) dengan *simple queue* yaitu sebagai berikut.

#### **4.1.1 Instal Aplikasi Winbox**

Sebelum melakukan konfigurasi dasar mikrotik, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menginstal aplikasi untuk melakukan konfigurasinya, dalam penelitian ini peneliti menggunakan aplikasi resmi dari mikrotik yaitu Winbox dengan versi 3.41 dapat di download pada website resmi dari mikrotik.

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menginstal aplikasi winbox :

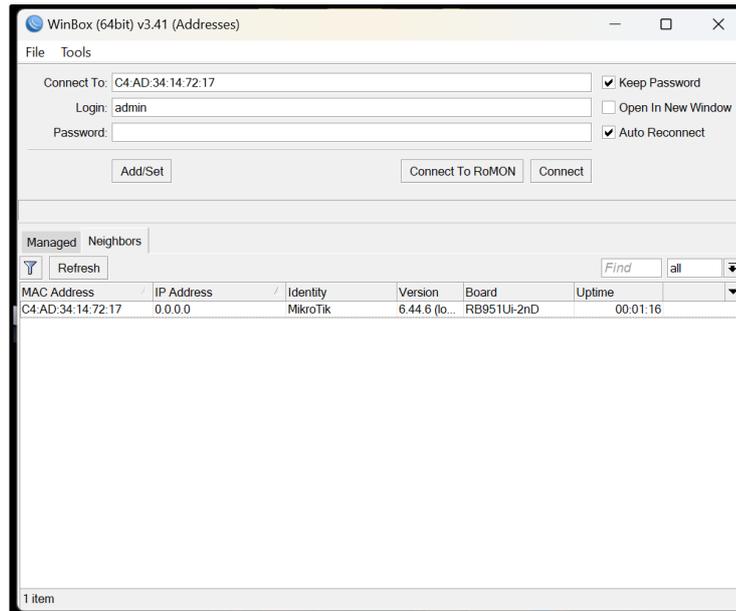
1. Buka Website resmi dari mikrotik yakni mikrotik.com melalui browser yang ada pada laptop
2. Download winbox dengan versi 3.41 (64bit) atau (32bit) sesuai versi windows pada laptop
3. Kemudian buka hasil unduhan lalu double klik saja pada aplikasi winbox maka akan terinstal secara otomatis.

#### **4.1.2 Konfigurasi Dasar Mikrotik**

Dalam melakukan konfigurasi dasar mikrotik ini terdapat beberapa langkah diantaranya yaitu konfigurasi *DHCP Client*, konfigurasi *DNS Server*, konfigurasi *firewall (NAT)*, konfigurasi *IP address*, konfigurasi *interface*, konfigurasi *DHCP Server* dan konfigurasi *Access Point*. Proses konfigurasinya yaitu sebagai berikut:

##### **a. Login Winbox**

Langkah pertama yang perlu dilakukan yaitu membuka aplikasi winbox pada laptop yang sudah diinstal aplikasi winbox, kemudian *login* dengan memasukkan *username* yaitu *admin* dan kosongkan pada kolom *password* lalu *refresh*, klik *MAC address* kemudian *connect* maka secara otomatis akan terhubung dengan mikrotik. Pada gambar 4.2 merupakan tampilan awal aplikasi winbox.



**Gambar 4.2 Tampilan Login Winbox**

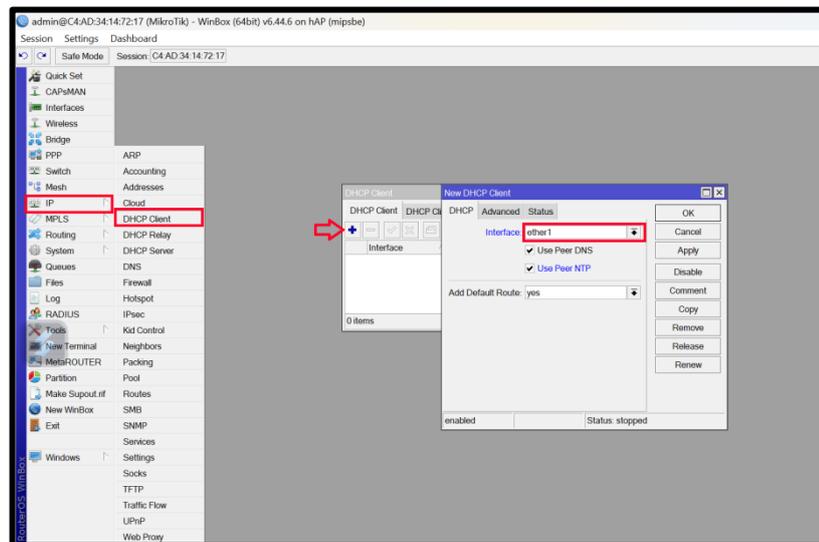
Setelah melakukan proses *login*, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 4.3 dibawah ini yang merupakan tampilan aplikasi winbox setelah berhasil *login*.



**Gambar 4.3 Tampilan Winbox Setelah Login**

## b. Konfigurasi DHCP Client

*Dynamic Host Configuration Protocol Client* berfungsi untuk mendapatkan *IP address* secara otomatis dari modem ISP agar mikrotik terhubung ke sumber internet. Pada bagian menu IP klik DHCP Client klik tanda (+) kemudian pada bagian *interface* pilih *ether1* yang merupakan sumber internet lalu klik *Apply* dan OK. dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut ini.



**Gambar 4.4 Konfigurasi DHCP Client**

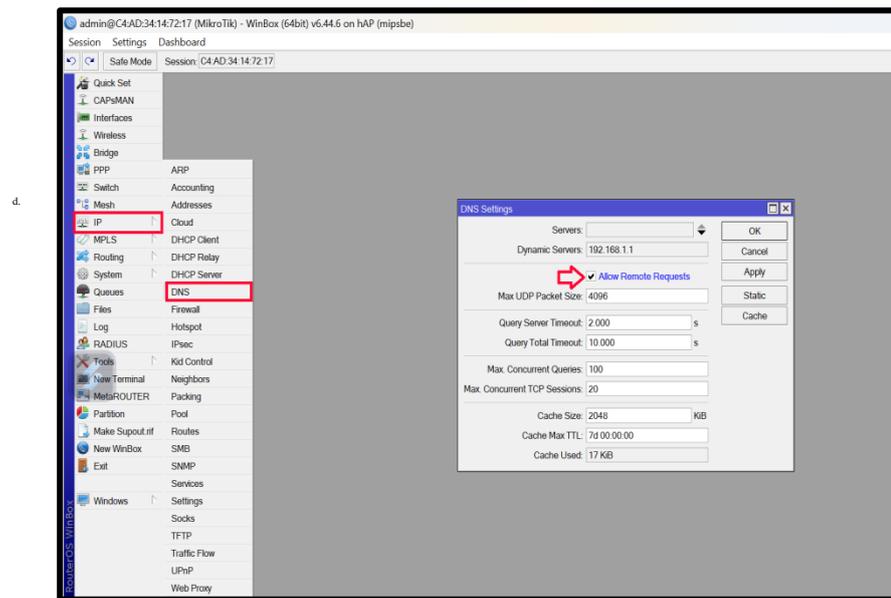
Setelah melakukan konfigurasi maka status DHCP Client akan menjadi *bound* yang artinya mikrotik sudah terhubung ke internet, dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut.

DHCP Client						
DHCP Client		DHCP Client Options				
Interface	Use P...	Add D...	IP Address	Expires After	Status	
ether1	yes	yes	192.168.1.16/24	23:59:45	bound	

**Gambar 4.5 Tampilan DHCP Client**

### c. Konfigurasi DNS Server

*Domain Name System* Server berfungsi memetakan *hostname* atau *domain* situs-situs di internet menjadi *IP address*. Berdasarkan skenario, maka DNS server yang digunakan adalah DNS server ISP dengan *IP address* 192.168.1.1. Pada Gambar 4.6 merupakan tampilan konfigurasi

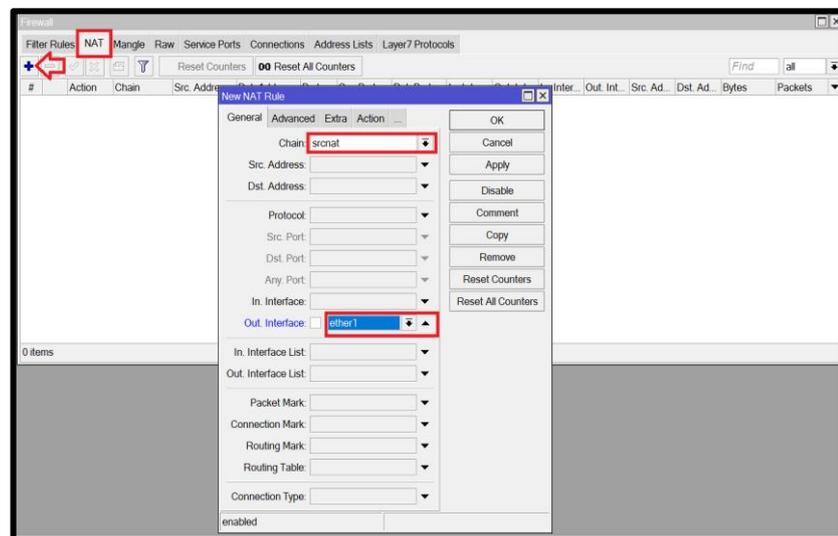


**Gambar 4.6 Konfigurasi DNS Server**

Opsi *allow-remote-request-yes*, akan menjadikan *router* mikrotik sebagai DNS server juga. Sehingga nantinya konfigurasi DNS pada perangkat *user* cukup diarahkan ke *router* mikrotik, dan tidak lagi diarahkan ke DNS Server milik ISP. Teknik ini dapat menghemat *bandwidth* karena pertanyaan-pertanyaan DNS hanya akan diberikan ke *router* mikrotik.

#### d. Konfigurasi Firewall

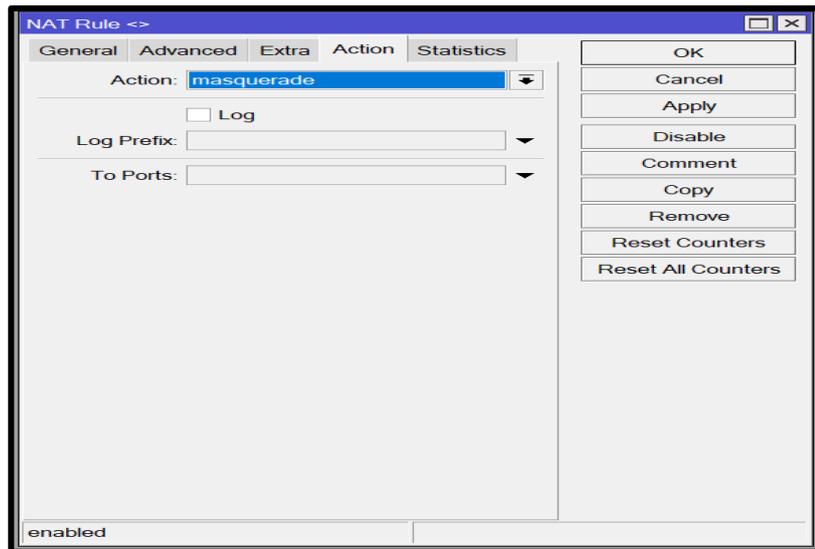
Pada skenario ini, *router* yang berada diantara jaringan publik (internet) dan jaringan lokal (LAN) harus menjalankan *Network Address Translation* (NAT) yang berfungsi mengganti *IP address* pada setiap paket data yang keluar dari perangkat *user* (*IP Address Private*) menjadi *IP address* publik yang ada di *ether1*. Proses konfigurasi *firewall* (NAT) dapat dilihat Pada Gambar 4.7 dan 4.8 sebagai berikut.



**Gambar 4.7 Konfigurasi Firewall (NAT)1**

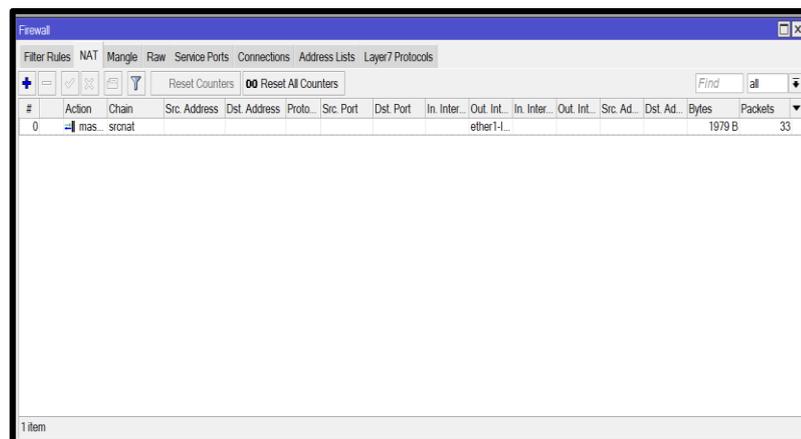
Terlihat pada gambar diatas untuk melakukan konfigurasi pada bagian NAT lalu klik tanda (+), kemudian pada tab General untuk bagian *Chain* pilih *scrnat* dan *Out.Interface* pilih *ether1*. Tujuan dari add *Chain= scrnat* adalah untuk memberikan akses *internet* pada beberapa *client* yang ada pada jaringan lokal. *Out.Interface=ether1* menunjukkan bahwa *interface ether1* merupakan sumber internet dalam jaringan ini.

Selanjutnya pada tab *Action* pilih *masquerade* lalu klik *Apply* dan *Ok*. *Action=Masqueurede* bertujuan untuk menggantikan alamat *IP address* dari suatu paket ke *IP address* yang sudah ditentukan fasilitas *router*. Dapat dilihat pada gambar 4.8 sebagai berikut.



**Gambar 4.8 Konfigurasi Masquerade (NAT)2**

Setelah selesai melakukan kedua konfigurasi diatas maka akan muncul tampilan pada gambar 4.9 dibawah ini yang berarti konfigurasi berhasil.



**Gambar 4.9 Hasil Konfigurasi Firewall (NAT)**

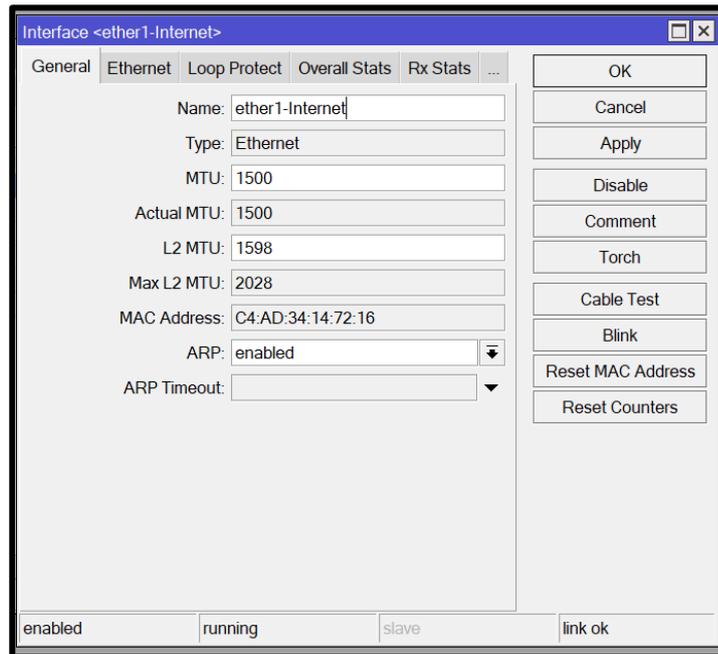
e. Konfigurasi Interface

Konfigurasi *interface* bertujuan agar memudahkan kita untuk membedakan nama tiap *ether* dalam melakukan konfigurasi nantinya. Pada menu *interface* sesuaikan nama *ether1* sampai *ether5* sesuai keinginan. Pada tabel 4.1 merupakan konfigurasi *interface* yang akan dibuat.

**Tabel 4.1 Konfigurasi Interface**

Interface	Keterangan
Ether1	Sumber internet dari modem ISP
Ether2	Jaringan lokal untuk ruang TU
Ether3	Jaringan lokal untuk ruang guru
Ether4	Jaringan lokal untuk LAB TKJ dan MPLB
Ether5	-

Untuk langkah-langkah dalam melakukan konfigurasi *interface* adalah pilih *tab menu interface* – pilih *ether* yang akan di *rename* lalu pada *tab menu general* – pada *menu Name* ketikkan nama yang akan dibuat lalu – pilih Ok. Dapat dilihat pada gambar 4.10 merupakan tampilan konfigurasi interface.



**Gambar 4.10 Tampilan Konfigurasi Interface**

Pada gambar 4.11 dibawah ini merupakan hasil dari konfigurasi *interface* yang sudah diubah namanya sesuai pada tabel 4.1 diatas.

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Tx	FP Rx	FP Tx Packet (p/s)
R ether1-Internet	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0	0 bps	0 bps
R ether2-R.TU	Ethernet	1500	1598	87.9 kbps	7.0 kbps	11	11	92.3 kbps	7.2 kbps	
R ether3-R.Guru	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	
R ether4-LAB	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	
R ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	
X wlan1	Wireless (Atheros AR9...	1500	1600	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	

**Gambar 4.11 Hasil Konfigurasi Interface**

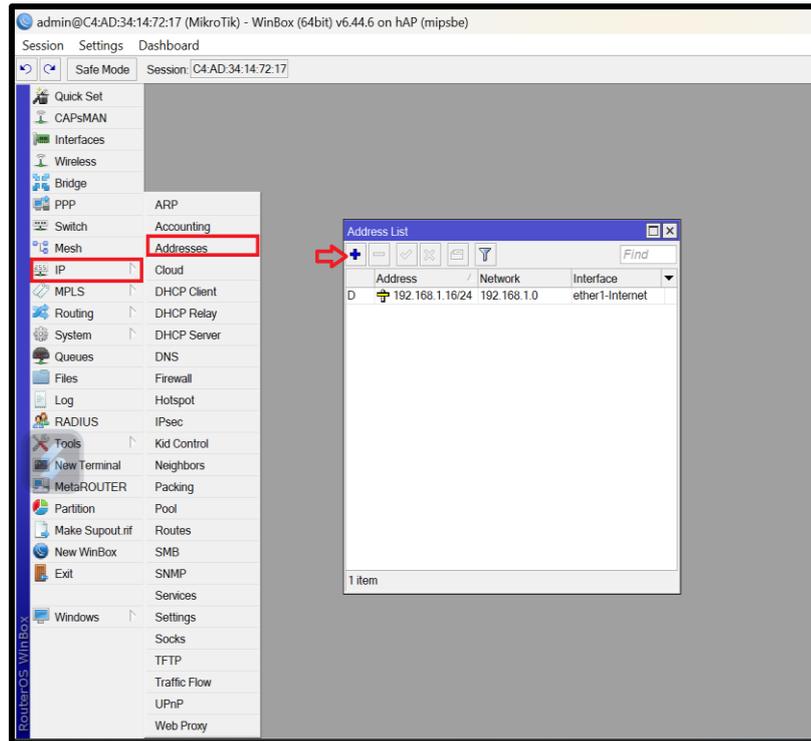
f. Konfigurasi IP Address

Pada tahap ini pemilihan IP *address* sangat perlu diperhatikan, sehingga tidak terjadi kesamaan/konflik antar IP yang sama. Pembagian IP *address* lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Konfigurasi IP Address**

<b>Interface</b>	<b>Network Address</b>
Ether1-Internet	192.168.1.0/24
Ether2-Ruang TU	192.168.10.0/24
Ether3-Ruang Guru	192.168.20.0/24
Ether4-LAB	192.168.30.0/24

Untuk langkah-langkah dalam melakukan konfigurasi IP *address* adalah pilih *tab menu IP* – pilih *Address*, Kemudian muncul menu *Address List* lalu pilih tanda (+) dan masukan IP *address* tiap *interface* yang sesuai pada tabel 4.2. Hasil konfigurasi IP *address* dapat dilihat pada gambar 4.12.



**Gambar 4.12 Konfigurasi IP Address**

Berikut hasil dari konfigurasi IP Address secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.13 dibawah ini

The screenshot shows the 'Address List' window with four items listed in the table:

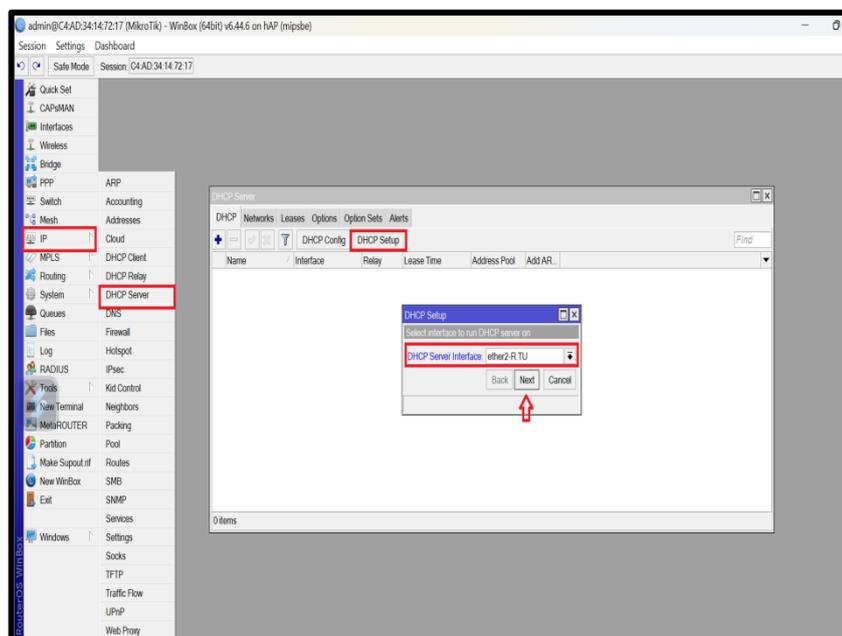
	Address	Network	Interface
D	192.168.1.16/24	192.168.1.0	ether1-Internet
	192.168.10.1/24	192.168.10.0	ether2-R.TU
	192.168.20.1/24	192.168.20.0	ether3-R.Guru
	192.168.30.1/24	192.168.30.0	ether4-LAB

At the bottom of the window, it says '4 items'.

**Gambar 4.13 Hasil Konfigurasi IP Address**

g. Konfigurasi DHCP Server

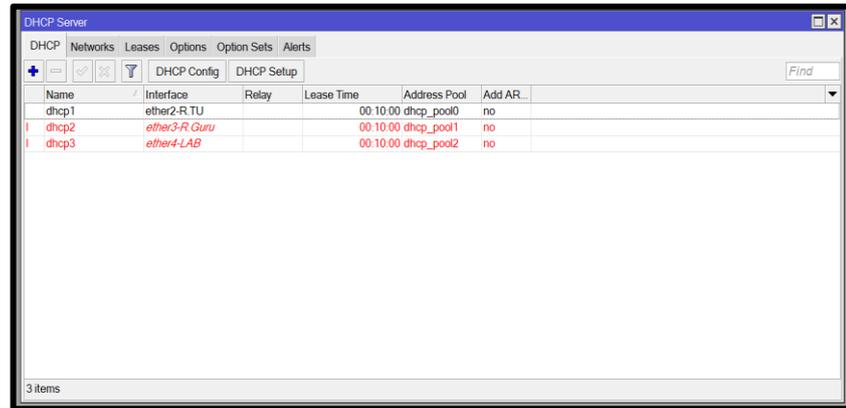
*Dynamic Host Configuration Protocol* Server berfungsi memberikan nomor IP secara otomatis kepada komputer yang melakukan *request*. DHCP Server selain bisa memberikan IP *address* secara dinamik atau otomatis, juga bisa memberikan IP *address* secara statis kepada *client* yang terhubung ke jaringan komputer. Pada gambar 4.14 merupakan proses konfigurasi DHCP server.



**Gambar 4.14 Konfigurasi DHCP Server**

Untuk langkah-langkah dalam mengkonfigurasi DHCP Server adalah pada *tab menu IP* – pilih *DHCP Server*, Kemudian muncul menu *DHCP Server* lalu pilih pada bagian *DHCP Setup* dan masukan IP *address* jaringan lokal yang akan dibuat DHCP Servernya, lalu klik *Next* sampai proses selesai.

Lakukan proses yang sama untuk setiap jaringan lokal yang ingin dibuat DHCP Servernya. Dapat dilihat pada gambar 4.15 merupakan hasil konfigurasi DHCP Server.



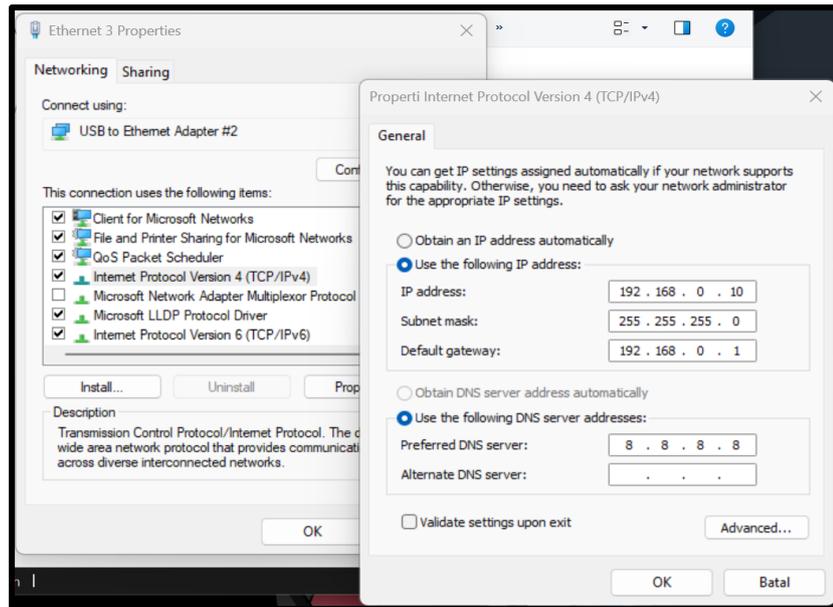
Name	Interface	Relay	Lease Time	Address Pool	Add AR
dhcp1	ether2-R.TU			00:10:00 dhcp_pool0	no
dhcp2	ether3-R.Guru			00:10:00 dhcp_pool1	no
dhcp3	ether4-LAB			00:10:00 dhcp_pool2	no

**Gambar 4.15 Hasil Konfigurasi DHCP Server**

#### h. Konfigurasi Access Point

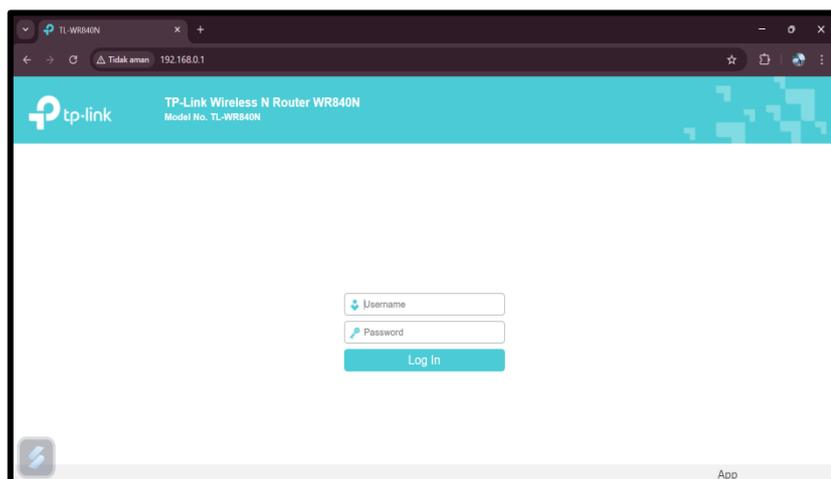
Pada tahap ini *access point* yang digunakan yakni Access Point TP-Link WR840N sebanyak 2 buah, sehingga dalam melakukan konfigurasi *access point* ini proses yang dilakukan akan sama.

Langkah pertama pada laptop/PC yang digunakan akan dihubungkan ke *access point* menggunakan kabel lan dan memasukan IP *default* dari *access point* secara manual pada laptop untuk dapat mengakses *access point* melalui browser, untuk IP default dari access point TP-Link WR840N yakni 192.168.0.1 dengan *user=admin* dan *password=admin*. Pada gambar 4.16 merupakan konfigurasi IP static pada laptop.

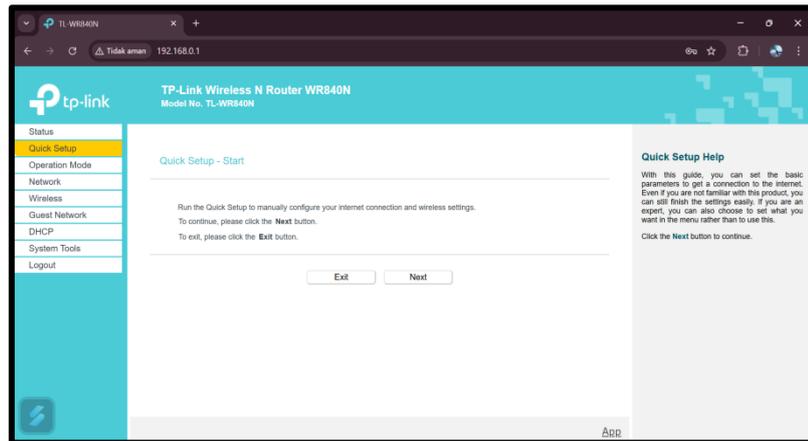


**Gambar 4.16 Konfigurasi IP Static pada Laptop**

Setelah laptop/PC terhubung ke *access point* buka web browser dan pada alamat URL ketikkan IP *gateway* dari *access point* yang digunakan untuk masuk ke halaman login *access point* dengan *user=admin* dan *password=admin*. Dapat dilihat pada gambar 4.17 dan 4.18 berikut.

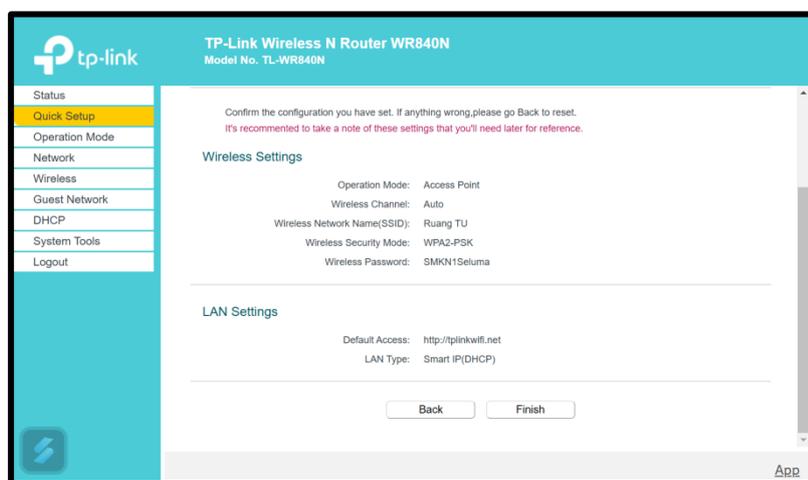


**Gambar 4.17 Tampilan Halaman Login Access Point TP-Link WR840N**



**Gambar 4.18 Tampilan Setelah Login Pada Access Point**

Langkah selanjutnya yaitu melakukan konfigurasi pada *access point* pada menu *Quick Setup*, klik *Next*, pada *operation mode* pilih *access point* klik *Next*, pada bagian *wireless* buat SSID dan Password klik *Next* lalu *Finish*. Untuk hasil konfigurasi dari *access point* TP-Link WR840N dapat dilihat pada gambar 4.19 berikut.



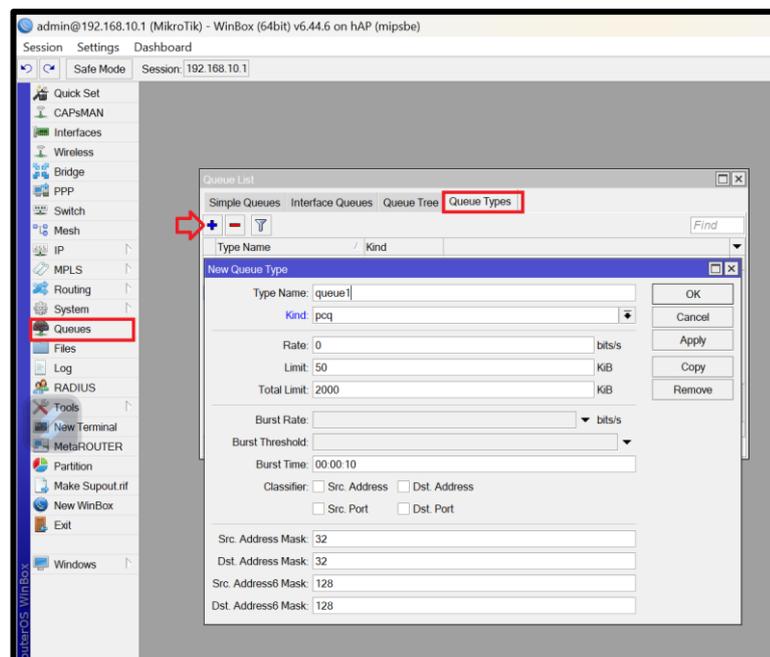
**Gambar 4.19 Hasil Konfigurasi Access Point**

### 4.1.3 Konfigurasi Management Bandwidth

Dalam menerapkan konfigurasi management *bandwidth* ini digunakan metode PCQ (*Per Connection Queue*) dengan *simple queue*, dimana *bandwidth* yang digunakan sebesar 30 Mbps, nantinya akan dibagi menjadi tiga (3) jaringan lokal. Untuk langkah-langkahnya dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut.

#### a. Konfigurasi *Queue Type*

Langkah pertama yang dilakukan untuk melakukan konfigurasi ini yaitu membuat *queue type* untuk *upload* dan *download*, caranya pilih menu *Queues* dan akan muncul tab *Queues list* pilih pada bagian *Queues Types* klik tanda (+) lalu akan muncul tab baru *New Queue Type*. Dapat dilihat pada gambar 4.20 sebagai berikut.



Gambar 4. 20 Tampilan Queue Type

Menambahkan 2 *queue* baru dengan parameter *kind=PCq*. Satu *queue* untuk *traffic upload* dan satu *queue* untuk *traffic download*. Untuk *traffic upload* akan diberi nama PCQ-UP.TU dengan parameter *PCq-classifier=src.address*.

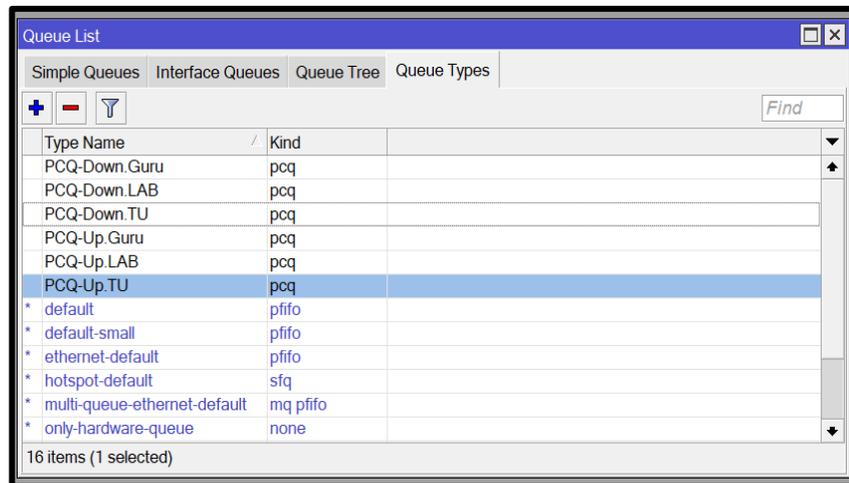
Sedangkan untuk *traffic download* akan diberi nama PCQ-Down.TU dengan parameter *PCq-classifier=dst.address*. Parameter *PCq-rate* yang digunakan adalah 0. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.21 dan gambar 4.22 sebagai berikut.

**Gambar 4.21 Konfigurasi Queue Types Untuk PCQ-Upload R.TU**

**Gambar 4.22 Konfigurasi Queue Types Untuk PCQ-Download R.TU**

Dalam penelitian ini akan dibuat konfigurasi *queues types* untuk 3 jaringan lokal yaitu ruang TU, ruang guru, dan jaringan kabel menuju Lab, maka akan dibuat 3 *queue* PCQ-UPLOAD dan 3 *queue* PCQ-DOWNLOAD dengan cara yang sama seperti pada gambar 4.21 dan 4.22.

Untuk hasil konfigurasi *queue types* secara keseluruhan dilihat pada gambar 4.23 sebagai berikut.

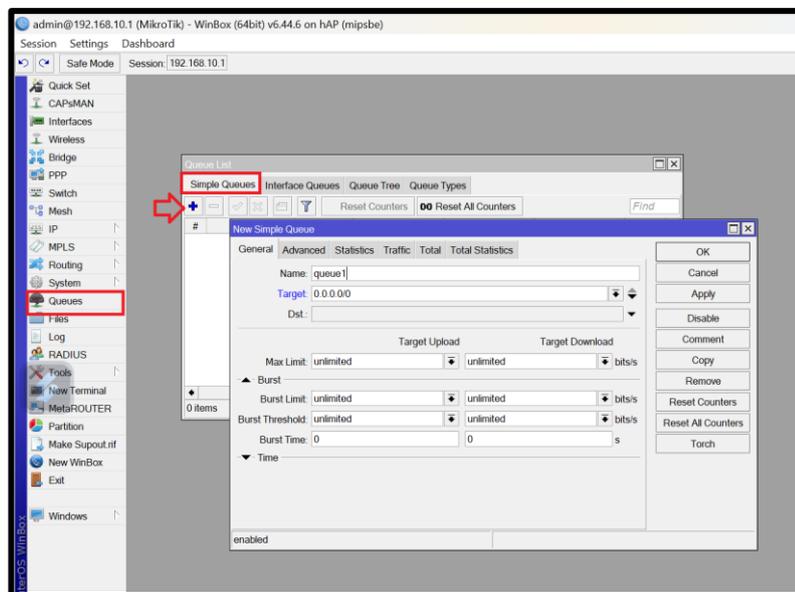


Type Name	Kind
PCQ-Down.Guru	pcq
PCQ-Down.LAB	pcq
PCQ-Down.TU	pcq
PCQ-Up.Guru	pcq
PCQ-Up.LAB	pcq
PCQ-Up.TU	pcq
* default	pfifo
* default-small	pfifo
* ethernet-default	pfifo
* hotspot-default	sfq
* multi-queue-ethernet-default	mq pfifo
* only-hardware-queue	none

**Gambar 4. 23 Hasil Konfigurasi *Queue Types* Secara Keseluruhan**

## b. Konfigurasi *Simple Queue*

*Tools* yang digunakan dalam manajemen *bandwidth* adalah *simple queues* dengan target pada *ether2-RuangTU*, *ether3-RuangGuru* dan *ether4-LABORATORIUM*. Untuk melakukan konfigurasi ini pada menu *Queues* – pilih tab *simple queues* lalu klik tanda (+), dan akan muncul menu baru *New Simple Queue*. Dapat dilihat pada gambar 4.24 sebagai berikut.



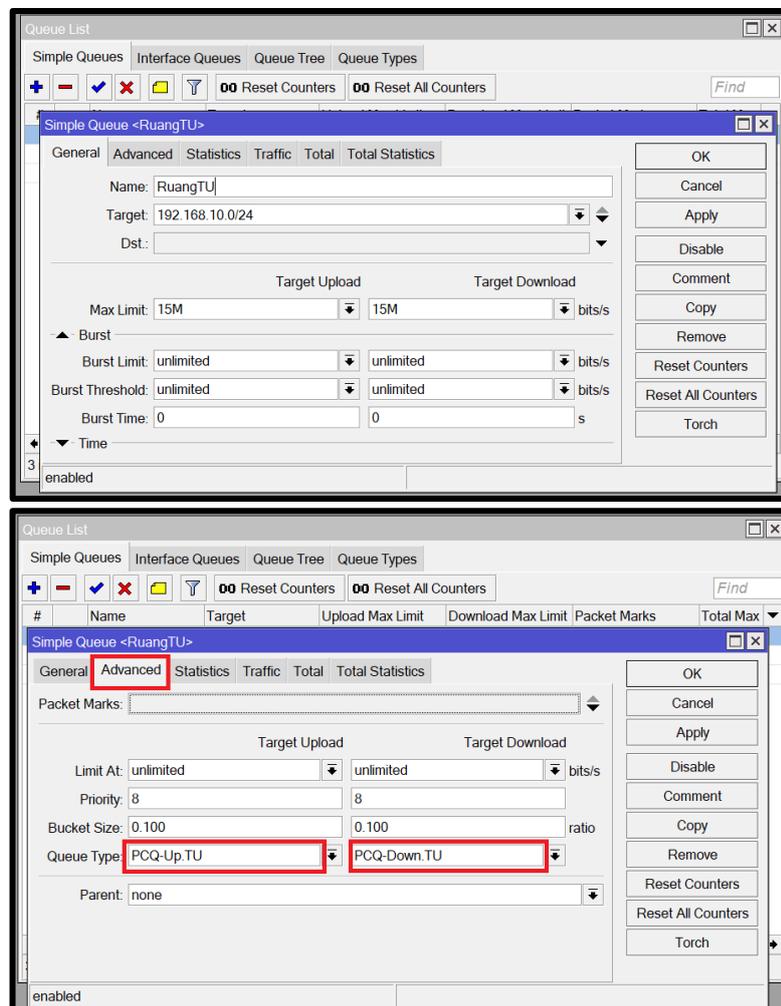
**Gambar 4. 24 Tampilan Konfigurasi *Simple Queue***

Tahap selanjutnya yakni membuat *simple queue* untuk ketiga jaringan lokal. Berikut langkah-langkah yang akan dilakukan.

### 1. Membuat *simple queue* untuk ruang TU

Pada menu *New Simple Queue* pilih tab *General*, lalu buat nama “RuangTU” dan IP target 192.168.10.0/24, pada bagian target *upload* dan *download* masukan jumlah

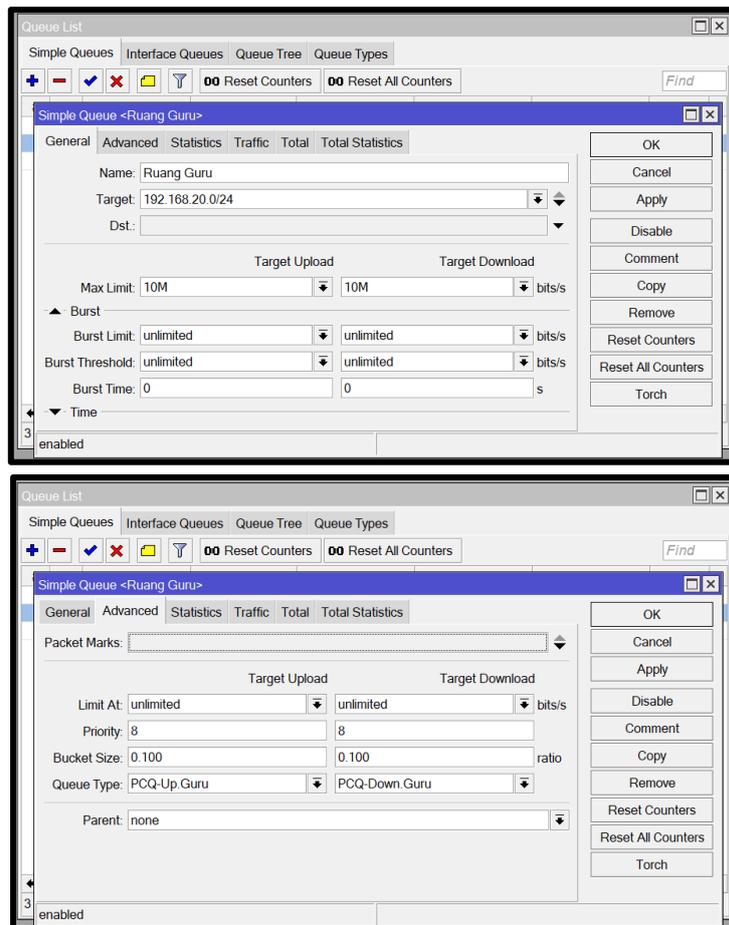
*bandwidth* yang diinginkan, pada ruang TU *bandwidth* yang dialokasikan sebesar 15 Mbps. Pada tab *Advanced*, untuk bagian *Queue Type* pilih *queue types* untuk jaringan lokal ruang TU yang telah dibuat, untuk *upload* masukan PCQ-UP.TU dan untuk *download* masukan PCQ-Down.TU, Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.25 berikut.



**Gambar 4.25 Konfigurasi Simple Queue Untuk Ruang TU**

## 2. Membuat *simple queue* untuk ruang guru

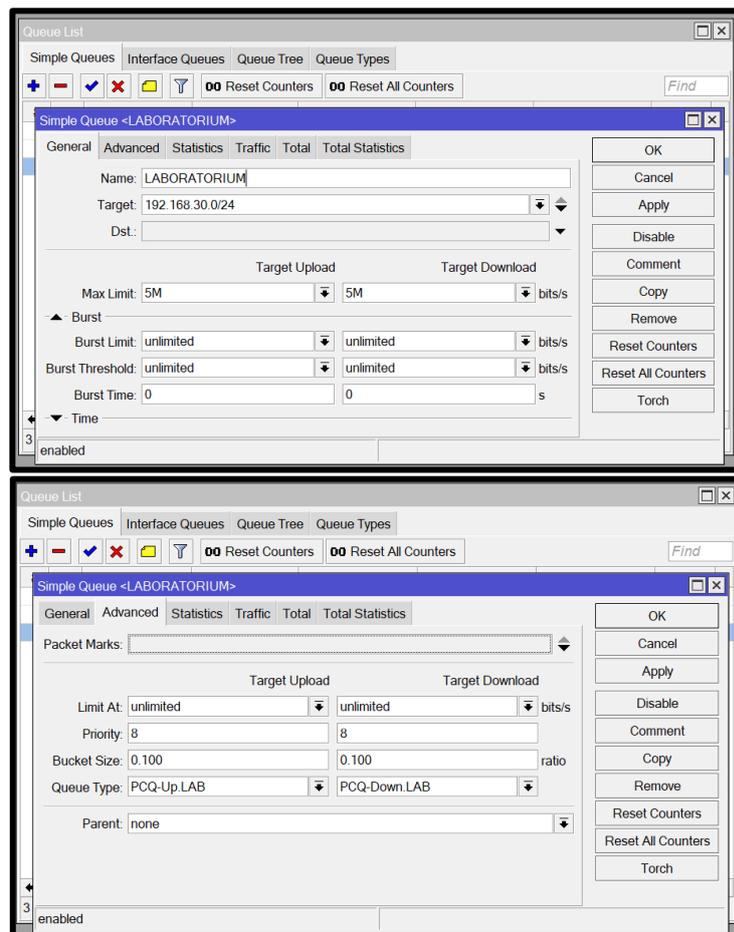
Pada menu *New Simple Queue* pilih tab *General*, lalu buat nama “RuangGuru” dan IP target 192.168.20.0/24, pada ruang guru *bandwidth* yang dialokasikan sebesar 10 Mbps untuk max limitnya. Pada tab *Advanced*, untuk bagian *Queue Type* pilih *queue types* untuk jaringan lokal ruang guru yang telah dibuat, untuk *upload* masukan PCQ-UP.Guru dan untuk *download* masukan PCQ-Down.Guru. Dapat dilihat pada gambar 4.26 berikut.



**Gambar 4.26 Konfigurasi Simple Queue Untuk Ruang Guru**

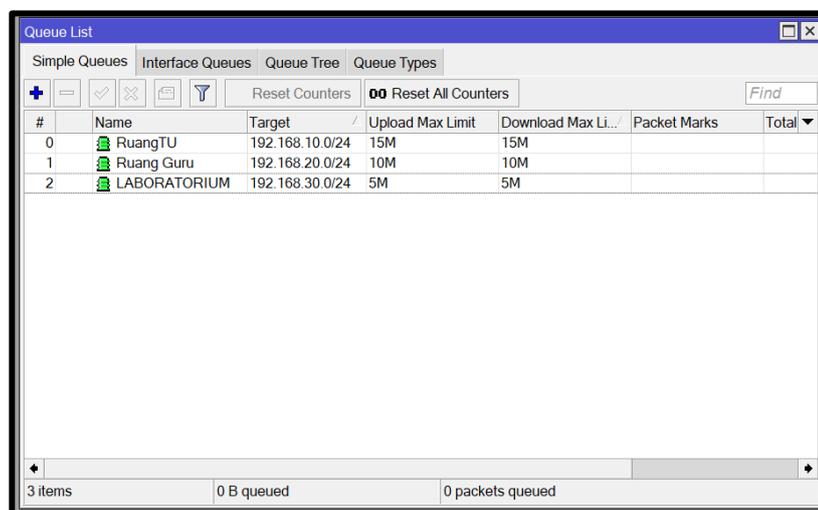
### 3. Membuat *simple queue* untuk ruang lab

Pada menu *New Simple Queue* pilih tab *General*, lalu buat nama “LABORATORIUM” dan IP target 192.168.30.0/24, untuk ruang lab *bandwidth* yang dialokasikan sebesar 5 Mbps. Pada tab *Advanced*, untuk bagian *Queue Type* pilih *queue types* untuk jaringan lokal ruang lab yang telah dibuat, untuk *upload* masukan PCQ-UP.LAB dan untuk *download* masukan PCQ-Down.LAB. Dapat dilihat pada gambar 4.27 berikut.



**Gambar 4.27 Konfigurasi Simple Queue Untuk R.LAB**

Untuk hasil konfigurasi *simple queue* secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.28 sebagai berikut.



The screenshot shows the 'Queue List' window in Mikrotik WinBox. It displays a table of configured simple queues. The table has columns for '#', 'Name', 'Target', 'Upload Max Limit', 'Download Max Li...', 'Packet Marks', and 'Total'. There are three rows of data:

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Li...	Packet Marks	Total
0	RuangTU	192.168.10.0/24	15M	15M		
1	Ruang Guru	192.168.20.0/24	10M	10M		
2	LABORATORIUM	192.168.30.0/24	5M	5M		

At the bottom of the window, it shows '3 items', '0 B queued', and '0 packets queued'.

**Gambar 4. 28 Hasil Konfigurasi Simple Queue Secara Keseluruhan**

## 4.2 Pembahasan

Hasil implementasi jaringan dengan metode Per Connection Queue (PCQ) menggunakan Simple Queue pada perangkat Mikrotik RB951Ui-2nD menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat diterapkan secara efektif untuk manajemen bandwidth pada lingkungan sekolah yang memiliki beberapa segmen jaringan lokal antara lain :

### 1. Efektivitas Topologi Baru

Topologi jaringan baru yang dirancang berhasil diterapkan dengan menambahkan Mikrotik sebagai pengelola lalu lintas jaringan dan switch untuk distribusi jaringan ke tiga lokasi berbeda: ruang TU, ruang guru, dan laboratorium. Penambahan perangkat ini memungkinkan pemisahan trafik secara logis dan pengelolaan bandwidth secara terpusat, yang sebelumnya tidak tersedia.

## 2. Konfigurasi Mikrotik

Konfigurasi dasar Mikrotik berhasil dilakukan mulai dari pengaturan DHCP Client, DNS Server, firewall NAT, pengalamatan IP, hingga konfigurasi DHCP Server untuk masing-masing jaringan lokal. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat Mikrotik mampu menjalankan fungsi gateway dengan baik, serta memberikan layanan IP dinamis dan akses internet ke seluruh perangkat klien.

## 3. Penerapan PCQ dan Simple Queue

Manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ yang diterapkan melalui simple queue terbukti dapat membagi bandwidth secara adil dan terkendali. Bandwidth 30 Mbps dibagi ke dalam tiga segmen jaringan:

- a. Ruang TU : 15 Mbps
- b. Ruang Guru : 10 Mbps
- c. Laboratorium : 5 Mbps

Penggunaan queue type upload dan download yang dikustomisasi untuk masing-masing jaringan lokal memungkinkan manajemen trafik yang lebih efisien berdasarkan alamat IP (src.address untuk upload dan dst.address untuk download). Hal ini penting untuk menghindari dominasi bandwidth oleh salah satu pengguna atau ruangan.

## 4. Stabilitas dan Kontrol Jaringan

Dengan konfigurasi ini, administrator jaringan memiliki kontrol penuh terhadap distribusi bandwidth, serta dapat memantau dan mengatur penggunaan jaringan dengan lebih mudah. Teknik ini juga dapat

mengurangi latency dan meningkatkan kecepatan akses bagi setiap segmen jaringan sesuai dengan prioritas yang ditentukan.

#### 5. Kelebihan dan Potensi Pengembangan

Penerapan metode PCQ ini memberikan fleksibilitas tinggi, dan dengan antarmuka grafis Winbox, konfigurasi dapat dilakukan dengan cukup mudah. Namun, pengembangan lebih lanjut bisa diarahkan pada:

- a. Monitoring real-time dengan tools tambahan seperti The Dude atau Grafana.
- b. Manajemen akses berdasarkan MAC address atau waktu (Time-based Queue).
- c. Penerapan QoS lebih lanjut untuk prioritas layanan tertentu seperti VoIP atau video streaming.

### 4.3 Hasil Pengujian (Operate)

Operate adalah tahapan untuk melakukan pengujian pada jaringan, pada tahap ini dilakukan test speedtest pada jaringan internet dari modem ISP, Pengujian speedtest pada ruang TU dan pengujian speedtest pada ruang guru. Berikut tabel hasil pengujian *bandwidth* langsung dari modem ISP.

**Tabel 4. 3 Besaran Bandwidth Dari Modem ISP Di SMKN 1 Selama**

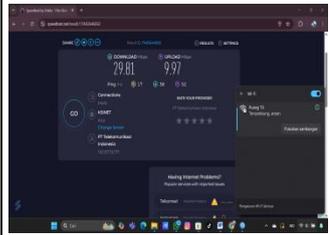
NO	Interface	Aktivitas	Max Limit		Keterangan
			Down	Up	
1	Modem ISP	Speedtest	30,05 Mbps	9,91 Mbps	

Dari tabel diatas dapat dilihat untuk total *bandwidth* dari modem ISP yaitu sebesar 30,05 Mbps atau 30 Mbps, yang mana total *bandwidth* tersebut akan dibagi untuk 3 jaringan lokal yaitu untuk ruang TU sebesar 15 Mbps, ruang guru sebesar 10 Mbps, dan jaringan kabel untuk laboratorium sebesar 5 Mbps dengan menerapkan PCQ (*Per Connection Queue*) dengan *simple queue*. Dalam pengujian terhadap pembagian *bandwidth* tersebut berfokus pada jaringan *wireless* yaitu ruang TU dan ruang guru. Berikut adalah pengujian speedtest untuk jaringan *wireless* pada ruang TU dan ruang guru.

### 4.3.1 Pengujian Speedtest Pada Jaringan Ruang TU

Berikut ini merupakan hasil speedtest pada jaringan ruang TU sebelum dan sesudah diterapkannya management *bandwidth*.

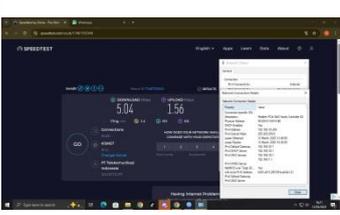
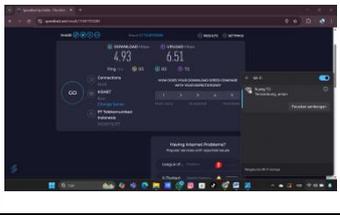
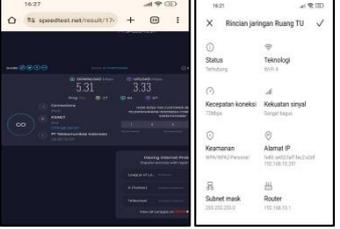
**Tabel 4. 4 Hasil Speedtest pada Jaringan Ruang TU  
Sebelum dan Sesudah Limitasi**

NO	Interface	Aktivitas	Max Limit		Keterangan
			Down	Up	
1	<b>Sebelum dilimitasi</b>				
	Ether2-Ruang TU	Speedtest	29,81 Mbps	9,97 Mbps	
2	<b>Sesudah dilimitasi menggunakan PCQ dengan Simpe Queue</b>				
	Ether2-Ruang TU	Speedtest	14,58 Mbps	10,03 Mbps	

Pada tabel 4.4 diatas terdapat 2 hasil uji speedtest pada jaringan ruang TU. Test yang pertama merupakan sebelum management *bandwidth*, dimana untuk *bandwidth* pada ruang TU sebesar 29,81 Mbps (download) dan 9,97 (upload). Sedangkan pada test yang kedua merupakan hasil uji speedtest sesudah management *bandwidth* dengan *bandwidth* sebesar 14,58 Mbps (download) dan 10,03 Mbps (upload).

Kemudian dilakukan lagi pengujian speedtest menggunakan 3 client berbeda untuk melihat hasil konfigurasi PCQ dengan metode *simple queue* untuk pembagian *bandwidth* tiap client pada jaringan ruang TU. Berikut tabel hasil pengujian speedtest pada jaringan di Ruang TU menggunakan 3 client.

**Tabel 4. 5 Hasil Speedtest Pada Jaringan Ruang TU menggunakan 3 Client**

NO	Interface	Aktivitas	Client	Max Limit (15 Mbps)		Keterangan
				Down	Up	
1	Ether2-Ruang TU	Speedtest	C1	5,04 Mbps	1,56 Mbps	
2	Ether2-Ruang TU	Speedtest	C2	4,93 Mbps	6,51 Mbps	
3	Ether2-Ruang TU	Speedtest	C3	5,31 Mbps	3,33 Mbps	

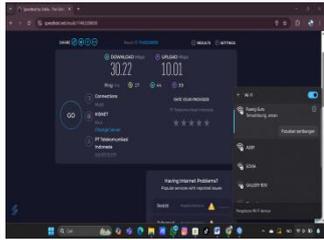
Terlihat pada tabel 4.5 adalah hasil pengujian speedtest dengan 3 client, dimana pada client 1 mendapatkan bandwidth sebesar 5,04 Mbps (download) dan 1,56 Mbps (upload), client 2 sebesar 4,93 Mbps (download) dan 6,51 Mbps (upload), untuk client 3 sebesar

5,31 Mbps (download) dan 3,33 Mbps (upload) yang dimana bandwidth dibagi secara merata tiap clientnya.

#### 4.3.2 Pengujian Speedtest Pada Jaringan Ruang Guru

Berikut ini merupakan hasil speedtest pada jaringan ruang guru sebelum dan sesudah diterapkannya management *bandwidth*.

**Tabel 4. 6 Hasil Speedtest Pada Jaringan Ruang Guru  
Sebelum Dan Sesudah Limitasi**

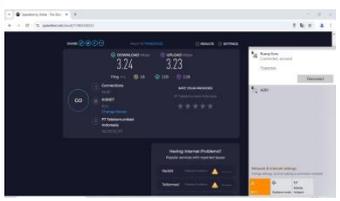
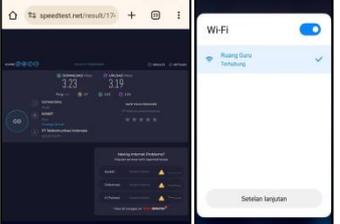
NO	Interface	Aktivitas	Max Limit		Keterangan
			Down	Up	
1	<b>Sebelum dilimitasi</b>				
	Ether3-Ruang Guru	Speedtest	30,22 Mbps	10,01 Mbps	
2	<b>Sesudah dilimitasi menggunakan PCQ dengan Simpe Queue</b>				
	Ether3-Ruang Guru	Speedtest	9,68 Mbps	9,74 Mbps	

Pada tabel 4.6 diatas terdapat 2 hasil uji speedtest pada jaringan ruang guru. Test yang pertama merupakan sebelum management *bandwidth*, dimana untuk *bandwidth* pada ruang guru sebesar 30,22 Mbps (download) dan 10,01 Mbps (upload). Sedangkan pada test yang kedua merupakan hasil uji speedtest

sesudah management *bandwidth* dengan *bandwidth* sebesar 9,68 Mbps (download) dan 9,74 Mbps (upload).

Kemudian dilakukan lagi pengujian speedtest menggunakan 3 client berbeda untuk melihat hasil konfigurasi PCQ dengan metode *simple queue* untuk pembagian *bandwidth* tiap client pada jaringan ruang guru. Berikut tabel hasil pengujian speedtest pada jaringan di ruang guru menggunakan 3 client.

**Tabel 4. 7 Hasil Speedtest Pada Jaringan Ruang Guru Menggunakan 3 Client**

NO	Interface	Aktivitas	Client	Max Limit (10 Mbps)		Keterangan
				Down	Up	
1	Ether3-Ruang Guru	Speedtest	C1	3,49 Mbps	3,49 Mbps	
2	Ether3-Ruang Guru	Speedtest	C2	3,24 Mbps	3,23 Mbps	
3	Ether3-Ruang Guru	Speedtest	C3	3,23 Mbps	3,19 Mbps	

Terlihat pada tabel 4.7 adalah hasil pengujian speedtest dengan

3 client, dimana pada client 1 mendapatkan *bandwidth* sebesar 3,49

Mbps (download) dan 3,49 Mbps (upload), client 2 sebesar 3,24 Mbps (download) dan 3,23 Mbps (upload), untuk client 3 sebesar 3,23 Mbps (download) dan 3,19 Mbps (upload) yang dimana *bandwidth* dibagi secara merata tiap clientnya.

#### **4.4 Optimize**

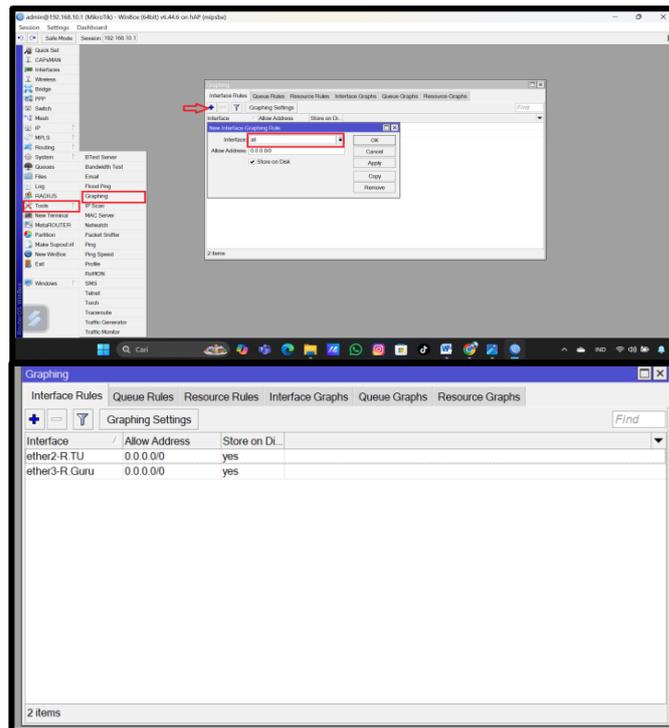
Optimize adalah tahap terakhir dari penelitian ini dimana pada tahap ini melakukan monitoring pada jaringan, membuat *password* pada router mikrotik dan membuat kesimpulan.

##### **4.4.1 Monitoring Jaringan**

Dalam monitoring jaringan, peneliti menggunakan teknik graphing yaitu salah satu *tools* dari mikrotik. Adapun hal yang akan dilakukan sebelum melakukan monitoring pada jaringan adalah sebagai berikut .

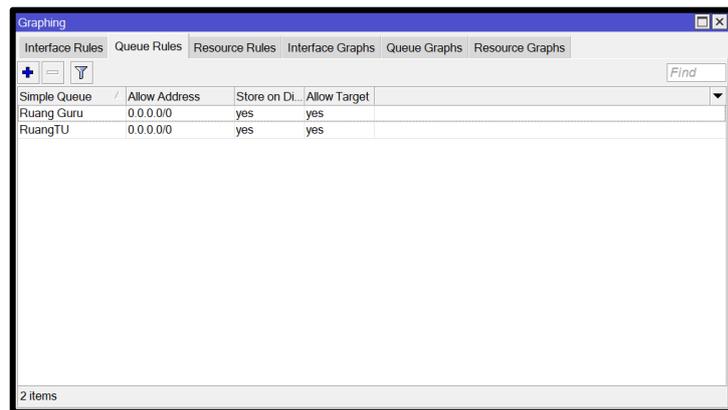
###### **a. Konfigurasi Graphing Interface**

Pada bagian menu pilih *Tools* lalu klik *Graphing*, kemudian akan muncul menu baru. Untuk memonitoring interface jaringan pilih pada bagian *Interface Rules* klik tanda (+) setelah itu akan muncul lagi menu *New Interface Graphing Rule*, masukan *interface* yang ingin di monitoring lalu klik OK. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.29 sebagai berikut.



**Gambar 4. 29 Hasil Konfigurasi Graphing Interface Rule**

Selanjutnya pada menu *Queue Rules* pilih tanda (+) maka akan muncul menu *New Queue Graphing Rule*, kemudian masukan *simple queue* yang akan di monitoring. Dalam penelitian ini penulis melakukan monitoring untuk *simple queue* ruang tu dan ruang guru. Dapat dilihat pada gambar 4.30 berikut ini.



The screenshot shows the Mikrotik WinBox Graphing window. The 'Queue Rules' tab is active, displaying a table with the following data:

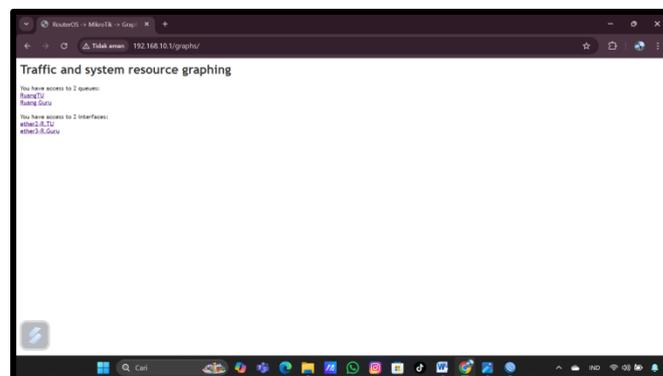
Simple Queue	Allow Address	Store on D...	Allow Target
Ruang Guru	0.0.0.0/0	yes	yes
RuangTU	0.0.0.0/0	yes	yes

At the bottom of the window, it indicates '2 items'.

**Gambar 4.30 Hasil Konfigurasi Queue Rules**

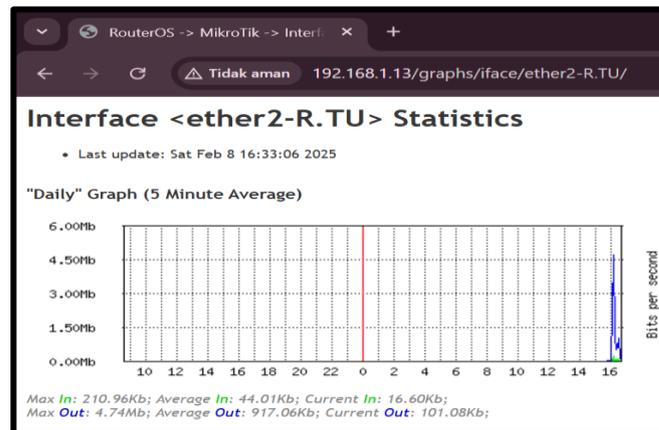
b. Melakukan Monitoring Pada Paringan

Langkah pertama buka web browser google chrome ketikkan alamat 192.168.10.0/graphs lalu enter, maka akan masuk ke halaman mikrotik, selanjutnya pilih *interface* atau *queue* yang akan di monitoring. Dapat dilihat pada gambar 4.31 sebagai berikut.



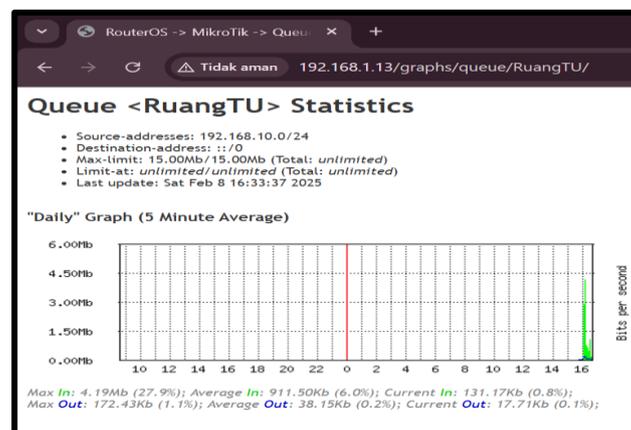
**Gambar 4.31 Tampilan Halaman Traffic and System Graphing**

## 1. Hasil Monitoring pada jaringan ruang TU



**Gambar 4. 32 Statistik Interface Ether2-Ruang TU**

Dapat dilihat pada gambar 4.32 untuk *interface* ether2-RuangTU dari hasil monitoring dalam waktu 5 menit diperoleh *max in (upload)* sebesar 21,96 kb dengan *average in* sebesar 44,01kb dan *max out (download)* sebesar 4,74 Mb dengan *average out* sebesar 917,06 Kb.

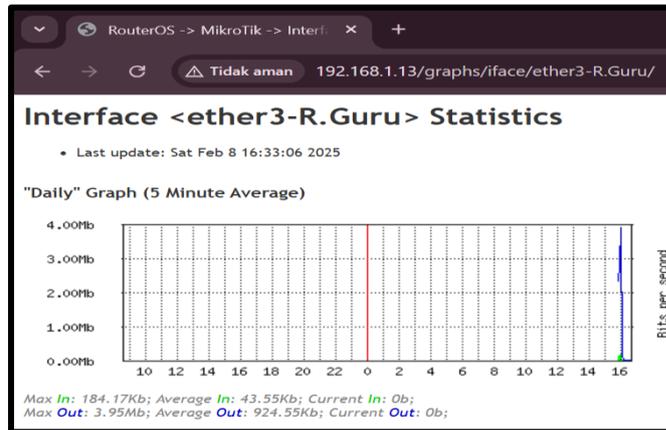


**Gambar 4.33 Statistik Queue Ruang TU**

Sedangkan pada gambar 4.33 untuk statistik *queue* pada ruang tu dari hasil monitoring selama 5 menit diperoleh *max in (download)* sebesar 4.19 Mb dengan

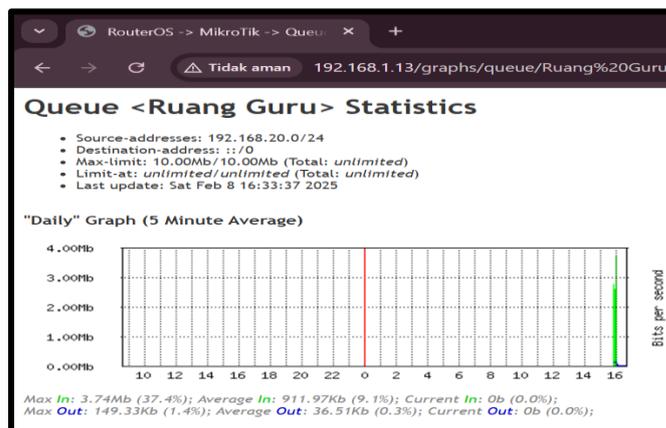
*average in* sebesar 911,50 Kb dan *max out (upload)* sebesar 172,43 Kb dengan *average out* sebesar 38,15 Kb.

## 2. Hasil monitoring pada jaringan ruang guru



**Gambar 4.34 Statistik Interface Ether3-Ruang Guru**

Pada gambar 4.34 untuk *interface* ether3-Ruang Guru dari hasil monitoring dalam waktu 5 menit diperoleh *max in (upload)* sebesar 184,17 kb dengan *average in* sebesar 43,55 kb dan *max out (download)* sebesar 3,95 Mb dengan *average out* sebesar 924,55 Kb.



**Gambar 4.35 Statistik Queue Ruang Guru**

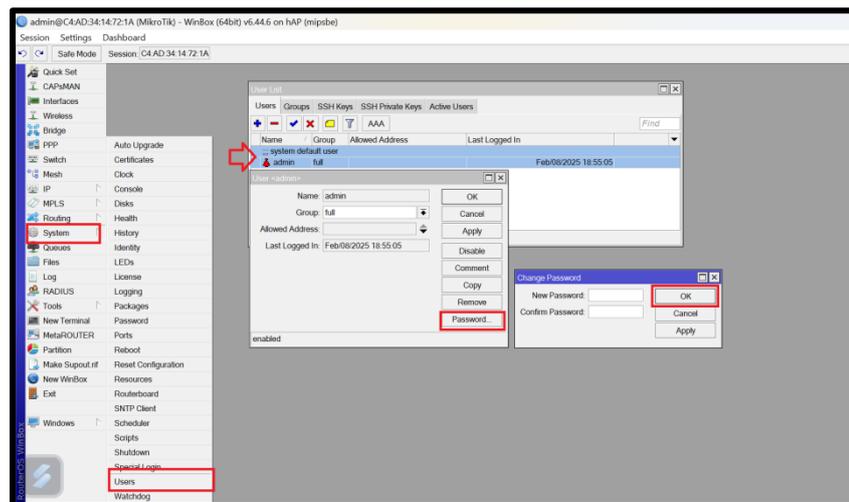
Sedangkan pada gambar 4.35 untuk statistik *queue* pada ruang guru dari hasil monitoring selama 5 menit diperoleh *max in (download)* sebesar 3,74 Mb dengan *average in* sebesar 911,97 Kb dan *max out (upload)* sebesar 149,33 Kb dengan *average out* sebesar 36,51 Kb.

#### 4.4.2 Membuat Password Pada Mikrotik

Membuat *password* untuk mikrotik dimaksudkan agar *pc client* tidak dapat mengakses perangkat router mikrotik dengan menggunakan *password* yang umum. Disini peneliti akan membuat *password* baru untuk router mikrotik dengan cara sebagai berikut.

1. Buka aplikasi winbox lalu pilih MAC Address login dengan admin dan tanpa *password*.
2. Pilih menu system lalu pilih “users”
3. Double klik pada pilihan admin lalu pilih *password*
4. Masukkan *password* “ICT123” lalu konfirmasi ualng dan klik OK.

Pada gambar 4.36 diberikut ini adalah tampilan untuk membuat *password* pada mikrotik.



**Gambar 4.36 Membuat Password Pada Mikrotik**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang sudah dipaparkan dalam penelitian ini yang berjudul Penerapan PCQ (Per Connection Queue) Dalam Melimitasi Bandwidth Dengan Metode Simple Queue Pada SMKN 1 Seluma, maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Metode Per Connection Queue (PCQ) dengan Simple Queue pada Mikrotik berhasil diterapkan untuk manajemen bandwidth pada jaringan lokal yang terbagi menjadi tiga segmen (ruang TU, ruang guru, dan laboratorium).
2. Dengan menerapkan PCQ, pembagian bandwidth dapat dilakukan secara adil antar pengguna dalam satu jaringan, sehingga tidak ada satu klien yang mendominasi seluruh kapasitas bandwidth.
3. Proses konfigurasi menggunakan aplikasi Winbox memudahkan dalam pengaturan interface, IP address, DHCP server, hingga konfigurasi queue type dan simple queue.
4. Alokasi bandwidth sebesar 30 Mbps dapat didistribusikan dengan baik sesuai kebutuhan masing-masing jaringan:
  - a. Ruang TU: 15 Mbps
  - b. Ruang Guru: 10 Mbps
  - c. Laboratorium: 5 Mbps

5. Infrastruktur jaringan menjadi lebih tertata dan efisien dengan penggunaan Mikrotik sebagai gateway utama serta tambahan switch dan access point untuk perluasan jaringan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan-kesimpulan yang telah dikemukakan, maka penulis mengajukan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian yang telah dilakukan antara lain :

1. Menerapkan management *bandwidth* dengan metode yang lain untuk dijadikan bahan perbandingan mana yang lebih baik digunakan.
2. Membuat *user* login berupa hotspot agar keamanan jaringan lebih terjamin dan memudahkan dalam melakukan akses monitoring pada jaringan.
3. Menambah kapasitas *bandwidth* yang lebih besar lagi agar memenuhi kebutuhan koneksi internet yang lebih cepat dalam menunjang kegiatan akademis.
4. Penerapan QoS Lebih Lanjut untuk jaringan yang melayani berbagai jenis layanan (seperti video conference, VoIP, dll), implementasi Quality of Service (QoS) tambahan dapat dilakukan agar trafik penting mendapat prioritas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, D., & Ardhy, F. (2021). Membangun Jaringan Wireless Lan Dan Manajemen Bandwith Menggunakan Metode Simple Queue Pada Kantor Pekon Gunung Meraksa. *Jurnal Informatika Software dan Network (JISN)*, 2(1).
- Anas, M. A., Soepriyanto, Y., & Susilaningsih, S. (2019). *Pengembangan multimedia tutorial topologi jaringan untuk smk kelas x teknik komputer dan jaringan. Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 1(4), 307-314.
- Ardhiansyah, M., Noris, S., & Andrianto, R. (2020). *Jaringan Komputer*. (Unpan press), 1, 1-240.
- Buana, W., & Hariyandi, A. (2023). *Pengembangan Jaringan Local Area Network (Lan) Dan Wide Area Network (Wan) Pada Smkn 4 Padang Dengan Metode Research Dan Development. JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 7(1), 120-134.
- Kurniawan, D. F., & Widiyastuti, A. (2021). Manajemen Bandwidth Menggunakan Simple Queue Dengan Router Mikrotik Pada Smp Negeri 1 Sumberejo Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Informatika Software dan Network (JISN)*, 2(1).
- Di, M., & Kefamenanu, S. (2022). *Skripsi optimalisasi dan manajemen bandwidth dengan simple queues pada jaringan wlan berbasis mikrotik di sman 2 kefamenanu*.
- Buttu, J., & Suparman, S. (2023). *Analisis Kinerja Jaringan Wlan pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 6 Palopo. BANDWIDTH: Journal of Informatics and Computer Engineering*, 1(1), 20-27.
- Purwahid, M., & Triloka, J. (2019). *Analisis Quality of Service (QOS) Jaringan Internet Untuk Mendukung Rencana Strategis Infrastruktur Jaringan Komputer Di SMK NI Sukadana. JTKSI*, Vol.02 No.3, 100-109.
- Rachmadi, T. R. (2022). Analisis Kinerja Jaringan Wireless LAN Menggunakan Metode QOS (Quality of Service) Di Perpustakaan SMK Negeri 5 Bandar Lampung. *Journal of Engineering, Computer Science and Information Technology (JECSIT)*, 2(1).

- Rika, Widianata, D. (2023). Analisis dan optimalisasi jaringan internet dengan access point menggunakan Router Wireless RB751G-2HnD (STUDI Kasus : SMK N 8 Bandar Lampung. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, 8 (1), 1-9.
- Samsumar, L. D., & Hadi, S. (2018). Pengembangan Jaringan Komputer Nirkabel (Wifi) Menggunakan Mikrotik Router (Studi Kasus Pada Sma PGRI Aikmel). *METHODIKA: Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 4(1), 1-9.
- Astuti, I. K. (2020). *Jaringan komputer*. 1-8.
- Pasha, H., Habibullah, M. A., Husein, M. N., & Sulaksono, D. H. (2022). Penerapan Metode Ppdioo Pada Jaringan Internet Berbasis WLAN SMA Negeri 11 Surabaya. In *Prosiding Seminar Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi* (Vol. 1, No. 2, pp. 656-667).
- Sitompul, D. R. H., Harmaja, O. J., & Indra, E. (2021). Perancangan Pengembangan Desain Arsitektur Jaringan Menggunakan Metode PPDIIOO. *Jurnal Sistem Informasi dan Ilmu Komputer Prima (JUSIKOM PRIMA)*, 4(2), 18-22.
- Anton, A., & Trisativa, Z. A. (2023). IMPLEMENTASI SIMPLE QUEUE MENGGUNAKAN PCQ DAN CAPsMAN UNTUK OPTIMASI MANAJEMEN BANDWIDTH PADA SMK HARAPAN BANGSA. *JSR: Jaringan Sistem Informasi Robotik*, 7(2), 164-170.
- Triyanti, D., & Windriyani, A. (2022). Integrasi Hotspot dan User Manager Jaringan RT/RW dengan Menerapkan Limitasi Bandwidth Menggunakan Simple Queue dan PCQ di Desa Karangrejo. *Jurnal Informatika Software dan Network (JISN)*, 3(2).
- Muliono, H. (2018). *LKP: Pengaplikasian Tool Monitoring dan Graphing dengan Menggunakan Mikrotik di PT. Feva Indonesia Surabaya* (Doctoral dissertation, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya).

Khatami, M. (2023). *Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Pcq-Queue Tree Pada Router Mikrotik Di Plasa Telkom Beureunuen* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry).

DI CAFE, T. U. PERBANDINGAN PCQ PADA SIMPLE QUEUE DAN QUEUE TREE MIKROTIK UNTUK PENGELOLAAN BANDWIDTH.

Sumarna, S., & Akbar, R. I. (2021). Implementasi Manajemen Bandwidth Dengan Metode Peer Connection Queue (PCQ) Menggunakan Queue Tree Pada Departemen Matematika FMIPA UI Depok. *Cybernetics*, 5(01), 12-25.

Prayogo, A. *Analisis perbandingan metode simple queue dan queue tree terhadap penerapan optimalisasi manajemen bandwidth dalam lingkungan laboratorim SMP PGRI Bekasi* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).

## LAMPIRAN

### DAFTAR GURU SMK NEGERI 1 SELUMA

No	Nama	NUPTK	JK	Tempat Lahir	Tanggal Lahir	NIP	Jenis PTK
1	Aceng Joyo	8433764667110022	L	Bungamas	1986-06-30	198606302011011007	Guru
2	Agus Apriansyah	0739774675130122	L	Padang Pandan	1996-04-07	199604072022211002	Guru
3	Ani Suriani		P	Tanjung Beringin	1996-01-09		Guru
4	Arival Koni Marsal	9954764665130152	L	Kandang Limun	1986-06-22	198606222022211007	Guru
5	Asef Safari	1447763664200013	L	Tais	1985-11-15	198511152014061001	Guru
6	Darlan Hamidi	1339748651200033	L	Talang Tinggi	1970-10-07	197010072000031004	Guru
7	Delna Hartati	4554765666230163	P	Pajar Bulan	1987-12-22	198712222022212015	Guru
8	Dian Permana	2450763664130203	L	Bandung	1985-11-18		Guru
9	Dian Sunarto	3450761662120002	L	TAIS	1983-01-18	198301182011011009	Guru
10	Efi Anikarya	9437770671130132	P	Guru Agung	1992-01-05		Guru
11	Habibul Fuad	4738769670130072	L	Bukittinggi	1991-04-06	199104062019021005	Guru
12	Harson Sadri	0560767668130143	L	Kepala Hilalang	1989-12-28		Guru
13	Hatta Jayatra	8856776677130022	L	Tais	1998-05-24	199805242022211002	Guru
14	Heru Febrianto	2550771672130072	L	Bengkulu	1993-02-18		Guru
15	Hespiliasi	5755765666130202	P	Jenggalu	1987-04-23		Guru
16	Ismayani	0452746650300013	P	TAIS	1968-11-20	196811202000122001	Guru
17	MEGA MITRA	1360769670230283	P	RABI JONGGOR	1991-10-28	199110282022212018	Guru
18	MIN SAHIRI	9942763666200012	L	Kundurana	1985-06-10	198506102014021001	Guru
19	Nidi Sorono	5949761662130122	L	Jeranglah Rendah	1983-06-17	198306172022211016	Guru
20	Nopita Sari	1460770671230253	P	Tais	1992-11-28		Guru
21	Novi Yulianti	5354773674230153	P	Tanjung Seluai	1995-10-22		Guru
22	Olvina	3146757659300053	P	Tais	1979-08-14	197908142008042001	Guru
23	Radial Sandika	8852763665120002	L	Talang Petai	1985-05-20	198505202020121001	Guru
24	RENI PUSPITA	2947757658300002	P	Tais	1979-06-15	197906152005022002	Guru
25	Ririn Susanti	2953769670130152	P	Lubuk Lintang	1991-06-21		Guru
26	Rosnelly	1255748650300043	P	Padang	1970-09-23	197009232005022001	Guru
27	RULI INTAN SARI	4138768669230283	P	TUMBUAN	1990-08-06		Guru
28	Seno Atma Akbar	9441775676130043	L	Pasar Tais	1997-11-09	199711092022211001	Guru
29	Setriawan, S.pd	8253766667130143	L	Bungumas	1988-09-21		Guru
30	Sri Yulianti	9057762664300023	P	Bengkulu	1984-07-25	198407252010012007	Guru
31	Subardin	1333750653200013	L	Kembang Seri	1972-10-01	197210012000121003	Guru
32	Sulisma Fihartati	9938767667210002	P	Lubuk Betung	1989-06-06	198906062011012005	Guru
33	Tisra	3943754656300052	P	Tangga Batu	1976-06-11	197606112006042009	Guru
34	TRI JULISA PUTRI	7043775676230103	P	SEMBAYAT	1997-07-11		Guru
35	Umar Samsudin Silala	8558767668130123	L	BATIK NAU	1989-12-26	198912262024211019	Guru
36	Witasari	6153767668230233	P	KLATEN	1989-08-21		Guru
37	Yasmini	0437759660300053	P	Napal	1981-11-05	198111052006042020	Guru
38	Yiki Tomoko	3335768669131133	L	Padang Kurawan	1990-10-03		Guru
39	Yoelanda Utama	1036762663300093	P	Bengkulu	1984-07-04	198407042008042002	Guru

## DAFTAR TENAGA TATA USAHA SMK NEGERI 1 SELUMA

No	Nama	NUPTK	JK	Tempat Lahir	Tanggal Lahir	NIP	Jenis PTK
1	Ajireman		L	Pandan	1973-07-02		Tenaga Kependidikan
2	ASRI	4036774675130173	L	TALANG DANTUK	1996-07-04		Tenaga Kependidikan
3	Darmansyah	2860748651200012	L	AIR PERIUKAN	1970-05-28		Tenaga Kependidikan
4	Debi Tambudi	8952758660200032	L	Tais	1980-06-28	198006282006041003	Kepala Sekolah
5	Dede Budiman		L	Bunga Mas	1992-05-12		Tenaga Kependidikan
6	Desmaboti	5462757658300022	P	SELEBAR	1979-01-30	197901302006042009	Tenaga Kependidikan
7	EMY LESTI. S	3858765667210022	P	TANJUNG SERU	1987-05-26		Tenaga Kependidikan
8	Leonardo Datasman	1439766666200002	L	TAIS	1988-01-07		Tenaga Kependidikan
9	Neti Fatmawati	2841758662300002	P	SENDAWAR	1980-05-09		Tenaga Kependidikan
10	Okny Satriawan	0333764666200013	L	TJ. IMAN	1986-10-01		Tenaga Kependidikan
11	Sahilin	3733753655200022	L	PUGUK	1975-04-01		Tenaga Kependidikan
12	Wardi		L	Ket. Baru	1975-08-24		Tenaga Kependidikan
13	YOSEF ANGGARA	724777678130023	L	LUBUK LINTANG	1999-09-15		Tenaga Kependidikan

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN DI SMK NEGERI 1 SELUMA**





