

TUGAS AKHIR
Perancangan Infrastruktur Jaringan Sekolah dengan
Manajemen Bandwidth Berbasis MikroTik dan Simulasi GNS3
di SMAN 1 NA IX -X

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai

Derajat Sarjana S-1 Program Studi Informatika



Disusun Oleh :

M. SOFYAN AZZUHRI NASUTION

NIM. 21106050089

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
YOGYAKARTA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1699/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Perancangan Infrastruktur Jaringan Sekolah dengan Manajemen Bandwidth Berbasis MikroTik dan Simulasi GNS3 di SMAN 1 NA IX -X

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : M. SOFYAN AZZUHRI NASUTION
Nomor Induk Mahasiswa : 21106050089
Telah diujikan pada : Senin, 28 Juli 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

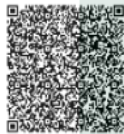
TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 689bc4506dc78

Ketua Sidang

Ir. Muhammad Taufiq Nuruzzaman, S.T. M.Eng., Ph.D.
SIGNED



Valid ID: 68888c40ac88d

Penguji I

Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, M.T., IPU.,
ASEAN Eng.
SIGNED



Valid ID: 689971b298c15

Penguji II

Dwi Otik Kurniawati, M.Eng.
SIGNED



Valid ID: 689c00cd53d0a

Yogyakarta, 28 Juli 2025

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Sofyan Azzuhri Nasution
NIM : 21106050089
Program Studi : Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Pembimbing : Ir. Muhammad Taufiq Nuruzzaman, S.T., M.Eng., Ph.D.,

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **“Perancangan Infrastruktur Jaringan Sekolah dengan Manajemen Bandwidth Berbasis MikroTik dan Simulasi GNS3 di SMAN 1 NA IX – X”** merupakan hasil karya saya sendiri, tidak terdapat pada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Berdasarkan pernyataan tersebut, Tugas Akhir ini saya ajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana bidang Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Yogyakarta, 30 Juni 2025

Yang menyatakan,



M. Sofyan Azzuhri Nasution
NIM. 21106050089

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalammu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka saya selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : M. Sofyan Azzuhri Nasution

NIM : 21106050089

Judul Skripsi : Perancangan Infrastruktur Jaringan Sekolah dengan Manajemen Bandwidth Berbasis MikroTik dan Simulasi GNS3 di SMAN 1 NA IX -X

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Informatika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudari dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terima kasih.

Wassalammu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 15 Juli 2025

Pembimbing

Ir. Muhammad Taufiq Nuruzzaman, S.T., M.Eng., Ph.D.,

NIP. 19791118 200501 1 003

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmu lah engkau berharap”

(Q.S. Al-Insyirah : 6-8)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Setiap jaringan yang terstruktur adalah buah dari pikiran yang teratur sebab sebagaimana kata Socrates, kebijaksanaan sejati lahir dari dalam diri.”

—Socrates

"Di balik keteraturan jaringan, tersembunyi arah dalam diri. Jadilah dirimu yang sejati."

—Friedrich Nietzsche

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiim, Dengan rahmat Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Dengan ini penulis persembahkan skripsi ini kepada :

1. Bapak dan Mamak, dua sosok yang menjadi pondasi hidupku. Bapak, dengan keteguhan dan kesederhanaan, mengajarkanku arti tanggung jawab dan kerja keras, meski kini hanya bisa kuhadirkan dalam doa. Mamak, sosok visioner penuh semangat dan harapan. Dengan kasih dan doa yang tak pernah putus, engkau menjadi sumber kekuatanku. Meski sering banyak harapan dan keinginan, aku tahu semuanya lahir dari cinta dan cita agar anak-anakmu melangkah lebih jauh. Dari kalian, aku belajar bahwa kasih sayang tak selalu hadir dalam kelembutan, tapi juga dalam dorongan untuk terus menjadi lebih baik.
2. Kakak dan abangku tercintaku, Dr. Ulfa Ramadhani Nasution, S.H., S.I.P., M.A. dan Arief Hasanul Husnan Nasution, S.H., yang menjadi sumber motivasiku dalam menempuh pendidikan setinggi-tingginya. Langkah dan pencapaian kalian menjadi inspirasi yang senyap tapi kuat, menuntunku untuk terus berjuang dan tidak mudah menyerah.
3. Keluarga besar saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, saya sangat berterima kasih atas dukungan, doa, dan pertanyaan-pertanyaan kapan lulus yang sangat memotivasi saya. Semoga Allah SWT membalas doa-doa baik dan kebaikan kalian.

LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini tidak dipublikasikan, tetapi tersedia di perpustakaan dalam lingkungan UIN Sunan Kalijaga, yang diperkenankan dipakai sebagai referensi kepastakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun, dan harus menyebutkan sumbernya sesuai dengan kebiasaan ilmiah. Dokumen Tugas Akhir ini merupakan hak milik UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



INTISARI

Keterbatasan infrastruktur jaringan di SMAN 1 Na IX – X menghambat pembelajaran digital. Akses internet hanya tersedia di ruang kepala sekolah dan laboratorium komputer, sementara ruangan lain belum terhubung. Selain itu, koneksi di laboratorium masih mengandalkan pemindahan manual kabel fiber optik, yang tidak efisien dan rentan gangguan.

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan jaringan komputer terstruktur dengan pendekatan gabungan antara implementasi nyata dan simulasi menggunakan GNS3. Perangkat MikroTik digunakan dengan metode manajemen bandwidth *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ) untuk distribusi bandwidth yang adil dan efisien.

Hasil menunjukkan jaringan berhasil dibangun dengan konektivitas yang stabil dan distribusi bandwidth sesuai konfigurasi. Rancangan ini dapat menjadi referensi bagi sekolah lain dalam mengembangkan jaringan serupa.

Kata kunci: jaringan sekolah, MikroTik, HTB, PCQ, GNS3.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

The limited network infrastructure at SMAN 1 Na IX – X hinders the implementation of digital-based learning. Internet access is only available in the principal's office and the computer laboratory, while other rooms remain unconnected. Moreover, the laboratory's connectivity still relies on manually relocating the fiber optic cable, which is inefficient and prone to disruptions.

This study aims to design and implement a structured computer network using a combined approach of real-world implementation and simulation with GNS3. MikroTik devices are configured with *Hierarchical Token Bucket* (HTB) and *Per Connection Queue* (PCQ) methods to ensure fair and efficient bandwidth distribution.

The results show that the network was successfully built with stable connectivity and bandwidth distribution as configured. This design may serve as a reference for other schools facing similar challenges in developing their network infrastructure.

Keywords: school network, MikroTik, HTB, PCQ, GNS3.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Infrastruktur Jaringan Sekolah dengan Manajemen Bandwidth Berbasis MikroTik dan Simulasi GNS3 di SMAN 1 NA IX -X”. Shalawat serta salam tak lupa penulis curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi teladan terbaik untuk umat manusia. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih pada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai berikut:

1. Almarhum Bapak, Ibu saya tercinta, atas doa dan kasih sayang, serta motivasi yang tak pernah putus. Meski Bapak telah tiada, nilai-nilai kehidupan, semangat, dan nasihatnya tetap hidup dan menjadi kekuatan dalam setiap langkah penulis. Terima kasih telah mengajarkan untuk selalu melihat hikmah dan sisi positif dari setiap ujian kehidupan.
2. Kakak dan abang saya tercinta, Dr. Ulfa Ramadhani Nasution, S.H., S.I.P., M.A., dan Arief Hasanul Husnan Nasution, S.H., yang kehadirannya selalu membawa kehangatan, semangat, dan sedikit tekanan.
3. Bapak Prof. Noorhaidi, M.A, M.Phil., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Muhammad Mustakim, S.T. M.T., selaku Ketua Program Informatika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
5. Bapak Ir. Muhammad Taufiq Nuruzzaman, S.T. M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah memberikan arahan, motivasi, serta waktu yang berharga dalam membimbing penulis hingga tugas akhir ini terselesaikan dengan baik.
6. Bapak Mandahadi Kusuma, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu selama perkuliahan.

7. Bapak Eko Hadi Gunawan, M.Eng., atas kesediaannya berdiskusi secara informal yang memberikan banyak inspirasi dan wawasan tambahan selama proses penulisan ini.
8. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberi dukungan, semangat, maupun gangguan kecil yang penuh makna selama proses ini. Secara khusus, penulis mengapresiasi kehadiran Muhammad Farhan Awaluddin dan Wira Aditya dua sahabat yang seringkali menjadi “distraksi produktif”. Walau kerap membuat jadwal berantakan dengan candaan dan ajakan random, keberadaan kalian tetap menjadi bagian yang menyenangkan dalam perjalanan ini.
9. Kepada NIM berakhiran 1049, yang pernah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini. Meskipun kini arah kita berbeda, terima kasih atas semangat, kenangan, dan pelajaran yang ikut membentuk penulis hingga titik ini.
10. Dan semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis mengharapakan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 18 Juli 2025

Penulis,



M. Sofyan Azzuhri Nasution
21106050089

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	vii
INTISARI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABLE.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Jaringan komputer.....	9
2.2.2. <i>Hierarchical Token Bucket</i> (HTB)	9
2.2.3. <i>Queue</i> Type PCQ dalam HTB.....	9
2.2.4. <i>Queue Tree</i> dalam HTB.....	10
2.2.5. <i>Mangle</i> pada MikroTik.....	10
2.2.6. Implementasi HTB pada MikroTik di GNS3	11
2.2.7. Mikrotik RouterOS	11
2.2.8. <i>Graphical Network Simulator 3</i> (GNS3)	11
BAB III METODE PENGEMBANGAN SISTEM	13
3.1. Jenis Penelitian.....	13

3.2. Tahapan Penelitian	13
3.2.1. <i>Analysis</i> (Analisis)	14
3.2.2. <i>Design</i> (Perancangan)	16
3.2.3. <i>Development</i> (Pengembangan).....	18
3.2.4. <i>Implementation</i> (Implementasi)	18
3.2.5. <i>Evaluation</i> (Evaluasi).....	19
3.3. Teknik Pengujian.....	19
3.3.1. Pengujian Implementasi Nyata	19
3.3.2. Pengujian Simulasi Jaringan (GNS3).....	20
3.4. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.5. Alat dan Bahan Penelitian	21
3.5.1. Hardware	21
3.5.2. Software	22
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	25
4.1. Hasil Implementasi Nyata di Sekolah	25
4.1.1. <i>IP Address</i>	25
4.1.2. <i>Network Address Translation (NAT)</i>	26
4.1.3. <i>DHCP Server</i>	27
4.1.4. Konfigurasi <i>Mangle</i>	28
4.1.5. Konfigurasi PCQ.....	31
4.1.6. Konfigurasi HTB dengan Penerapan <i>Queue Tree</i>	32
4.2. Hasil Simulasi Infrastruktur Jaringan Sekolah.....	35
4.2.1. Bridge.....	35
4.2.2. VLAN (<i>Virtual Local Area Network</i>).....	37
4.2.3. IP Address	38
4.2.4. Network Address Translation (NAT)	40
4.2.5. <i>DHCP Server</i>	40
4.2.6. Konfigurasi <i>Mangle</i>	42
4.2.7. Konfigurasi PCQ.....	43
4.2.8. Konfigurasi HTB dengan Penerapan <i>Queue Tree</i>	44
4.3. Hasil Pengujian	46
4.3.1. Pengujian Implementasi	46
4.3.2. Pengujian Simulasi.....	56

BAB V PENUTUP.....	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN.....	65



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 IP Address Impementasi	26
Tabel 4. 2 DHCP	28
Tabel 4. 3 Mangle Implementasi	31
Tabel 4. 4 Queue Tree Implementasi.....	34
Tabel 4. 5 VLAN Simulasi.....	38
Tabel 4. 6 IP Address Simulasi.....	39
Tabel 4. 7 DHCP Server Simulasi.....	41
Tabel 4. 8 Mangle Simulasi.....	43
Tabel 4. 9 Queue Tree Simulasi	46
Tabel 4. 10 Parameter Pengujian Implementasi.....	47
Tabel 4. 11 Tabel Analisis Parameter QoS Sederhana	52
Tabel 4. 12 Tabel Kategori QOS Range.....	53
Tabel 4. 13 Parameter Pengujian Simulasi.....	56
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Simulasi Jaringan.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flowchart.....	14
Gambar 3. 2 Topologi Implementasi.....	17
Gambar 3. 3 Topologi Simulasi.....	17
Gambar 3. 4 Tampilan GNS3	23
Gambar 3. 5 Tampilan <i>Winbox</i>	24
Gambar 4. 1 IP Address Implementasi.....	25
Gambar 4. 2 NAT Implementasi	26
Gambar 4. 3 DHCP Server Implementasi	28
Gambar 4. 4 Mangle Implementasi.....	30
Gambar 4. 5 PCQ Implementasi	32
Gambar 4. 6 <i>Queue Tree</i> Implementasi.....	34
Gambar 4. 7 Bridge Vlan Simulasi	36
Gambar 4. 8 VLAN Simulasi.....	37
Gambar 4. 9 IP Address Simulasi.....	39
Gambar 4. 10 NAT Simulasi	40
Gambar 4. 11 DHCP Server Simulasi	41
Gambar 4. 12 Mangle Simulasi.....	42
Gambar 4. 13 PCQ Simulasi	44
Gambar 4. 14 <i>Queue Tree</i> Simulasi	45
Gambar 4. 15 ping gateway kepssek	47
Gambar 4. 16 ping gateway lab	48
Gambar 4. 17 Akses Internet kepssek	49
Gambar 4. 18 akses internet lab	49
Gambar 4. 19 <i>speedtest</i> Kepala Sekolah.....	50
Gambar 4. 20 <i>speedtest</i> Laboratorium	50
Gambar 4. 21 <i>speedtest</i> Kepala Sekolah.....	51
Gambar 4. 22 <i>speedtest</i> Laboratorium	51
Gambar 4. 23 Distribusi bandwidth Kepssek	54
Gambar 4. 24 Distribusi Bandwidth Lab	54
Gambar 4. 25 Ping Kepssek 8.8.8.8.....	55
Gambar 4. 26 Ping Lab 8.8.8.8	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SK Pembimbing Skripsi	65
Lampiran 2 Surat Penelitian.....	66
Lampiran 3 Surat Telah Melakukan Penelitian	67
Lampiran 4 Denah Sekolah.....	68
Lampiran 5 Konfigurasi Mikrotik Implementasi	69
Lampiran 6 Konfigurasi Mikrotik Implementasi	70
Lampiran 7 Foto Ruangan.....	72
Lampiran 8 Foto Kegiatan	75
Lampiran 9 Daftar Riwayat Hidup.....	76



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan. Internet kini menjadi sarana utama dalam mendukung proses belajar mengajar, mulai dari akses materi pembelajaran digital, penggunaan platform daring seperti Google Classroom, hingga pelaksanaan video conference sebagai bagian dari pembelajaran interaktif. Tidak hanya dalam pembelajaran, layanan administrasi sekolah seperti pelaporan, pendataan, dan komunikasi antarlembaga juga sangat bergantung pada infrastruktur jaringan yang stabil.[1]

Namun, kondisi yang terjadi di SMAN 1 Na IX – X menunjukkan masih adanya keterbatasan dalam hal infrastruktur jaringan. Berdasarkan hasil observasi langsung, diketahui bahwa akses internet hanya tersedia di dua titik, yaitu ruang kepala sekolah dan laboratorium komputer. Sementara itu, ruangan lain seperti ruang kelas, ruang guru, dan tata usaha belum memiliki akses jaringan, sehingga kegiatan pembelajaran berbasis teknologi menjadi sangat terbatas. Guru dan siswa mengalami kesulitan dalam mengakses materi digital maupun melakukan kegiatan daring secara optimal.[2]

Selain itu, konektivitas internet di laboratorium komputer masih mengandalkan pemindahan manual jalur fiber optik dari ruang kepala sekolah. Metode ini tidak hanya tidak efisien, tetapi juga rentan menyebabkan gangguan koneksi dan perangkat. Permasalahan ini menjadi bukti nyata bahwa keberadaan infrastruktur jaringan yang memadai sangat diperlukan agar seluruh aktivitas sekolah dapat berjalan lebih efektif dan modern.[3]

Menanggapi kondisi tersebut, dilakukan pengembangan proyek jaringan dengan pendekatan profesional. Terdapat dua fokus kegiatan, yaitu implementasi jaringan nyata di dua titik utama dan perancangan jaringan menyeluruh melalui simulasi menggunakan perangkat lunak GNS3. Pendekatan ini tidak hanya memberikan solusi langsung, tetapi juga menghasilkan rancangan teknis yang dapat digunakan untuk pengembangan jaringan sekolah ke depannya.[4]

Dalam perancangannya, proyek ini memanfaatkan perangkat MikroTik serta menerapkan metode manajemen bandwidth *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ). Tujuannya adalah untuk mendistribusikan bandwidth secara adil dan efisien kepada setiap pengguna agar tidak terjadi ketimpangan penggunaan internet di lingkungan sekolah. Selain itu, topologi jaringan dirancang mencakup penggunaan access poin dan switch di titik-titik strategis serta segmentasi jaringan berdasarkan fungsi pengguna.[5]

Dengan pengembangan proyek ini, diharapkan SMAN 1 Na IX – X tidak hanya dapat memperluas cakupan jaringan, tetapi juga mendapatkan sistem manajemen bandwidth yang optimal dan terstruktur. Rancangan ini juga dapat menjadi referensi praktis bagi sekolah-sekolah lain yang menghadapi kendala serupa, khususnya di wilayah Kabupaten Labuhanbatu Utara, guna mendukung transformasi digital dalam dunia pendidikan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Jaringan internet di sekolah hanya tersedia di ruang Kepala Sekolah dan Laboratorium Komputer, dengan konektivitas yang masih bergantung pada pemindahan jalur fiber optik secara manual. Kondisi ini tidak efisien dan membutuhkan implementasi jaringan komputer yang terstruktur untuk mendukung pengembangan infrastruktur jaringan sekolah.
2. Sekolah belum memiliki sistem jaringan terpusat yang mencakup seluruh ruangan. Dengan keterbatasan perangkat, diperlukan perancangan jaringan menyeluruh melalui simulasi topologi menggunakan GNS3 sebagai tahap awal perluasan infrastruktur jaringan sekolah.
3. Akses internet di sekolah belum dikelola secara efisien, sehingga sering terjadi ketimpangan bandwidth antar pengguna. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan penerapan metode manajemen bandwidth berbasis HTB dan PCQ guna memastikan distribusi koneksi internet yang adil dan stabil bagi setiap segmen pengguna jaringan.

1.3. Batasan Masalah

1. Proyek ini difokuskan pada pembangunan dan perancangan infrastruktur jaringan di lingkungan SMAN 1 Na IX – X yang saat ini hanya memiliki akses internet terbatas di ruang kepala sekolah dan laboratorium komputer.
2. Implementasi jaringan yang nyata hanya dilakukan pada dua lokasi tersebut (ruang kepala sekolah dan laboratorium komputer), sedangkan untuk ruangan lain dirancang dan disimulasikan secara lengkap menggunakan perangkat lunak GNS3.

3. Sistem jaringan yang dirancang menggunakan satu ISP sebagai sumber koneksi internet dengan skala jaringan yang tergolong kecil hingga menengah, sesuai dengan kebutuhan sekolah.
4. Fokus penelitian hanya pada aspek perancangan jaringan dan manajemen bandwidth dengan menggunakan perangkat MikroTik, tanpa membahas aspek keamanan jaringan, pemeliharaan perangkat keras, atau manajemen pengguna secara rinci.
5. Pengelolaan bandwidth menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ) sebagai solusi manajemen untuk meningkatkan efisiensi dan keadilan distribusi akses internet di lingkungan sekolah.
6. Analisis kondisi jaringan dilakukan berdasarkan data observasi langsung tanpa menggunakan alat pengukuran performa jaringan secara mendalam.
7. Evaluasi performa jaringan, seperti bandwidth untuk melihat nilai ping, *upload* dan *download* menggunakan *Speedtest.net*.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan sistem jaringan komputer yang dapat diimplementasikan secara nyata di ruang kepala sekolah dan laboratorium komputer, guna mendukung kebutuhan konektivitas yang stabil dan efisien.
2. Menyusun rancangan sistem jaringan menyeluruh untuk seluruh area sekolah melalui simulasi berbasis perangkat lunak GNS3 sebagai acuan teknis pengembangan jaringan di masa depan.

3. Menerapkan metode manajemen bandwidth berbasis *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ) untuk meningkatkan efisiensi serta pemerataan akses internet di lingkungan sekolah.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi SMAN 1 NA IX - X

- a. Memberikan solusi perancangan sistem pengelolaan bandwidth yang terstruktur dan efisien untuk mendukung akses internet yang stabil di ruang kepala sekolah, laboratorium komputer, serta seluruh area sekolah melalui rancangan simulasi.
- b. Menyediakan desain jaringan yang komprehensif sebagai acuan implementasi infrastruktur jaringan sekolah secara menyeluruh di masa depan.
- c. Memberikan pemahaman praktis mengenai penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ) dalam mengelola bandwidth secara adil dan proporsional untuk mendukung kegiatan belajar mengajar dan administrasi sekolah.

2. Bagi Sekolah-sekolah Lain

- a. Menjadi referensi bagi sekolah lain yang mengalami keterbatasan infrastruktur jaringan dan menghadapi permasalahan serupa dalam pengelolaan akses internet.
- b. Memberikan wawasan teknis kepada pengelola jaringan sekolah tentang cara mengoptimalkan penggunaan bandwidth dengan perangkat MikroTik tanpa memerlukan investasi perangkat keras yang besar.

3. Bagi Peneliti dan Akademisi

- a. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang manajemen jaringan dan pengelolaan bandwidth khususnya di lingkungan pendidikan dengan penerapan metode HTB dan PCQ.
- b. Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan dan simulasi jaringan sekolah, sekaligus menegaskan pentingnya simulasi sebagai langkah awal dalam merancang solusi jaringan yang efektif dan efisien



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi dalam proyek tugas akhir yang berjudul Perancangan Infrastruktur Jaringan Sekolah dengan Manajemen Bandwidth Berbasis MikroTik dan Simulasi GNS3 di SMAN 1 NA IX-X, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Implementasi jaringan nyata di ruang Kepala Sekolah dan Laboratorium Komputer berhasil dilakukan dengan konfigurasi IP Address, NAT, DHCP Server, Mangle, PCQ, dan *Queue Tree* berbasis HTB. Hasil pengujian menunjukkan konektivitas yang stabil, dibuktikan dengan keberhasilan *ping* dari client ke *gateway* 192.168.10.1 (Kepala Sekolah) dan 192.168.20.1 (Laboratorium) tanpa packet loss. Rata-rata waktu respons yaitu 20 ms untuk ruang Kepala Sekolah dan 11 ms untuk Laboratorium Komputer. Selain itu, bandwidth tetap berada dalam batas konfigurasi *max-limit*, yaitu 40 Mbps untuk jaringan Kepala Sekolah dan 60 Mbps untuk Laboratorium, meskipun sesekali terjadi lonjakan karena aktivasi fitur burst. Hal ini membuktikan bahwa jaringan mampu beroperasi secara efisien dan andal tanpa gangguan berarti.
2. Simulasi jaringan menyeluruh menggunakan GNS3 berhasil merepresentasikan desain infrastruktur jaringan untuk seluruh area sekolah secara logis dan terstruktur. Simulasi melibatkan pemisahan VLAN untuk ruang guru, siswa, laboratorium, dan perpustakaan, masing-masing dengan DHCP Server aktif dan IP yang dibagikan

otomatis. Pengujian menunjukkan bahwa konektivitas antar client VLAN berhasil tanpa packet loss, dan inter-VLAN routing berfungsi dengan baik. Selain itu, NAT masquerade memungkinkan simulasi akses ke jaringan luar, dan struktur *Queue Tree* berjalan aktif di MikroTik dengan pembagian bandwidth tampil di *Winbox* sesuai konfigurasi di poin 4.2.8. Dengan demikian, simulasi ini membuktikan bahwa topologi dan manajemen bandwidth dapat diterapkan secara menyeluruh dan efektif di lingkungan sekolah.

3. Penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ) terbukti efektif dalam pengelolaan bandwidth di lingkungan sekolah. Kedua metode ini memungkinkan sistem untuk mendistribusikan bandwidth secara otomatis ke semua pengguna aktif, tanpa perlu membuat konfigurasi antrian (*queue*) terpisah untuk setiap perangkat. Dengan konfigurasi yang fleksibel namun terukur, HTB dan PCQ dapat diterapkan baik dalam jaringan nyata maupun simulasi, dan mampu menyesuaikan alokasi bandwidth berdasarkan prioritas atau fungsi pengguna, seperti antara ruang Kepala Sekolah, Laboratorium, Guru, dan Siswa.

5.2. Saran

Penelitian yang sedang dibangun ini sangat jauh dari kata sempurna terdapat kekurangan. Untuk itu sangat di perlukannya pengembangan lebih lanjut agar simulasi ini bisa sempurna, adapun saran dari simulasi ini agar bisa lebih baik lagi adalah sebagai berikut::

1. Perluasan implementasi jaringan fisik ke seluruh ruangan di sekolah sangat disarankan agar setiap area, termasuk ruang kelas, ruang guru, dan

tata usaha, dapat menikmati konektivitas internet yang stabil sebagaimana yang telah dirancang dalam simulasi.

2. Peningkatan perangkat keras jaringan seperti penggunaan switch yang mendukung VLAN dan access poin berkualitas tinggi akan membantu meningkatkan stabilitas dan kapasitas jaringan, terutama dalam kondisi trafik tinggi.
3. Pengembangan fitur keamanan jaringan, seperti firewall yang lebih ketat, sistem autentikasi pengguna (login hotspot), dan segmentasi akses, perlu dipertimbangkan untuk melindungi sistem jaringan dari potensi penyalahgunaan atau serangan.
4. Pelatihan teknis bagi guru TIK atau operator jaringan sekolah sebaiknya dilakukan secara berkala agar mampu mengelola dan memelihara jaringan yang telah diimplementasikan, serta menyesuaikan dengan perkembangan teknologi jaringan yang terus berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Junaedy, A. Huraerah, A. W. Abdullah, and A. Rivai, “Pengaruh Teknologi Informasi Dan Komunikasi Terhadap Pendidikan Indonesia,” *J. Penelit. dan Kaji. Sos. Keagamaan*, vol. 18, pp. 133–146, 2021, [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.31958/jaf.v11i2.10548>
- [2] H. Puspitasari and P. T. Informasi, “Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS,” vol. 11, pp. 487–497, 2024.
- [3] M. Syafrizal, *Pengantar Jaringan Komputer [13]*, no. December. 2020.
- [4] Bayu Widodo, Nur Aziezhah, and Aditya Wicaksono, “Pengembangan Model Laboratorium Jaringan Virtual Menggunakan GNS3 Di SMKS Bhinneka Karya 5 Boyolali,” *Nusant. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 72–80, 2023, doi: 10.55606/nusantara.v3i2.1118.
- [5] F. S. Mukti and S. L. Roza, “Integrasi Metode Pcq Dan Htb Untuk Mengoptimalkan Penggunaan Bandwidth Internet Di Lingkungan Sekolah Integration of Pcq and Htb Methods To Optimize,” *J. Ilm. NERO*, vol. 8, no. 1, pp. 31–40, 2023.
- [6] Valia Yoga Pudya Ardhana and M. D. Mulyodiputro, “Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB),” *J. Informatics Manag. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 70–76, 2023, doi: 10.47065/jimat.v3i2.257.
- [7] Irfan H. Arif ;Asmin Lukman; Zulkifli I. Tuara, “Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan,” *J. Ilm. Wahana Pendidik.* <https://jurnal.unibrah.ac.id/index.php/JIWP>, vol. 7, no. 1, pp. 391–402, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5256072.
- [8] M. F. Hafizena and D. P. Putri, “Analisis Dan Perancangan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode HTB Dengan Mikrotik Pada Jaringan SMA Negeri 4 Palembang,” *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 6, no. 2, p. 35, 2024, doi: 10.33087/jepca.v6i2.98.
- [9] D. Dimitrov and T. Ivanova, “Effective bandwidth management with HTB in educational networks BT - Proceedings of the 2022

- International Conference on Networking and Information Systems,” 2022, pp. 45–52.
- [10] M. Bagus, Y. Mulyanto, N. D. Sofya, and Yuliadi, “Penerapan Hierarchial Token Bucket (HTB) Dalam Manajemen Bandwidth Untuk Meningkatkan Quality of Service (QoS) Pada SMKN 1 Alas,” *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 7, no. 1, pp. 174–182, 2024, [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jirelISSN.2620-6900>
- [11] A. Diyantoro and N. H. Haekal, “Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan *Hierarchical Token Bucket* Pada Mikrotik Router Os,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.lpkia.ac.id/index.php/jti/article/view/17>
- [12] A. W. Mahfuzi, D. Abdullah, U. Juhardi, M. Marhalim, and R. Pallas, “Implementasi Metode PCQ – *Queue Tree* Pada Router Mikrotik Untuk Meningkatkan Quality Of Service Jaringan Internet Di Desa Renah Semanek,” *J. Media Infotama*, vol. 19, no. 2, pp. 339–350, 2023, doi: 10.37676/jmi.v19i2.4173.
- [13] Y. Mulyanto and A. Wahyu, “Computer Network Optimization Using *Queue Tree* and Peer Connection *Queue* (PCQ) Method at SMK Negeri 1 Sumbawa for Learning Support,” *Asian J. Res. Comput. Sci.*, vol. 16, no. 3, pp. 18–33, 2023, doi: 10.9734/ajrcos/2023/v16i3342.
- [14] H. Kurniawan, *MikroTik RouterOS: Konfigurasi dan Implementasi Jaringan*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2021.
- [15] A. N. Christian, “Perancangan Simulasi Menggunakan Mikrotik Berbasis Gns3 Pada Jaringan Internet Kampus Ukrim, Yogyakarta”.